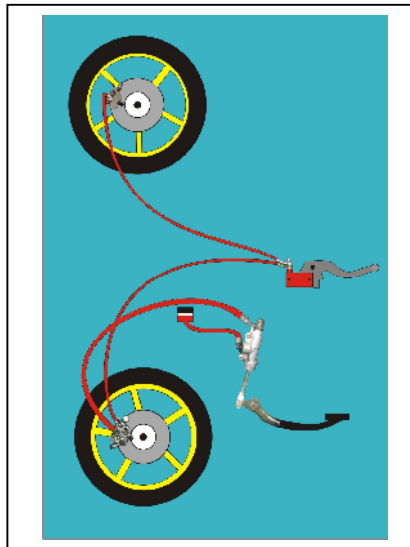




**MODIFIKASI REM TROMOL PADA HONDA GL PRO MENJADI REM
CAKRAM DENGAN APLIKASI TEKNOLOGI CBS (*COMBI BRAKE
SYSTEM*)**

PROYEK AKHIR

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya**



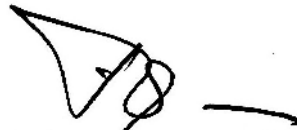
**Disusun Oleh :
HASNUL ROKHANDY
08509131009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
SEPTEMBER 2012**

PERSETUJUAN

Proyek Akhir yang berjudul “**MODIFIKASI REM TROMOL MENJADI CAKRAM DENGAN TEKNOLOGI CBS (*COMBI BRAKE SYSTEM*) PADA HONDA GL PRO**” ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, September 2012
Dosen Pembimbing






Beni Setya Nugraha, M.Pd
NIP. 19820503 200501 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

Proyek Akhir yang berjudul “**MODIFIKASI REM TROMOL PADA HONDA GL PRO MENJADI REM CAKRAM DENGAN TEKNOLOGI CBS (COMBI BRAKE SYSTEM)**” ini telah dipertahankan di Depan Dewan Penguji pada tanggal 20 September 2012 dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Bambang Sulistyo, M.Eng	Penguji Utama		9/10 2012
Lilik Chaerul Yuswono, M.Pd	Sekretaris Penguji		9/10 - 2012
Beni Setya Nugraha, M.Pd	Ketua Penguji		9/10 - 12

Yogyakarta, Oktober 2012
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta



Dr. Mochamad Bruri Triyono
NIP. 19560216 198603 1 003

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa proyek akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 4 September 2012

Yang menyatakan,



Hasnul Rokhandy

NIM . 08509131009

PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormatku, kupersembahkan buah karyaku kepada :

1. Kedua Orang Tua yang senantiasa mencurahkan segenap tenaga, waktu, kasih sayang dan do'a setiap saat.
2. Kakakku Nashir Purbosaksono yang selalu mendukung setiap langkahku.
3. Rosye Fitriana Rosalinda yang selalu memberi semangat dan menemani hariku.
4. Seluruh dosenku yang tidak dapat disebutkan satu persatu terima kasih atas bantuan, nasihat dan bimbingannya dalam memberikan ilmu-ilmunya.
5. Teman-teman D3 otomotif khususnya kelas B1. *I miss you all and thank's for all.*

MOTTO

“Barangsiapa di pagi hari mengeluhkan kesulitan hidupnya (kepada orang lain), berarti seakan-akan dia mengeluhkan Rabbnya. Barangsiapa di pagi hari bersedih karena urusan duniawinya, berarti sungguh di pagi itu dia tidak puas dengan ketetapan Allah. Barangsiapa menghormati seseorang karena kekayaannya, sungguh telah lenyaplah dua per tiga agamanya. “ (Hadits dikutip dari Kitab Nashaihul-‘Ibad)

“Barang siapa dapat melepaskan dunia seluruhnya, maka ia telah mengambil akhirat seluruhnya. Barangsiapa mengambil dunia seluruhnya, berarti ia telah melepaskan akhirat seluruhnya. Mencintai akhirat menjadi sebab melepaskan dunia, tidak menyukai dunia menjadi sebab mencintai akhirat.”(Yahya bin Mu’adz)

“ Bukanlah kesulitan yang membuat kita takut tetapi ketakutan yang membuat kita sulit, karena itu jangan pernah mencoba untuk menyerah dan jangan pernah menyerah untuk mencoba. Maka jangan katakan pada Allah aku punya masalah tetapi katakan pada masalah aku punya Allah Yang Maha Segalanya.” (drh. Ika Tidariani)

“ Semakin banyak manajemen mendukung R & D (*Research & Development*), akan semakin besar juga peluang bagi perusahaan untuk selangkah lebih maju daripada rivalnya.”

MODIFIKASI REM TROMOL PADA HONDA GL PRO MENJADI REM CAKRAM DENGAN TEKNOLOGI CBS (*COMBI BRAKE SYSTEM*)

**Oleh :
HASNUL ROKHANDY
08509131009**

ABSTRAK

Tujuan dari modifikasi rem tromol Honda GL PRO menjadi rem *cakram* dengan teknologi CBS ini adalah (1) Membuat rancangan rem tromol Honda GL PRO menjadi rem *cakram*. (2) Membuat rancangan rem CBS pada sistem rem Honda GL PRO. (3) Memodifikasi rem tromol menjadi rem *cakram* pada Honda GL PRO dan mengaplikasi teknologi CBS, dan (4) Mengetahui hasil modifikasi pada Honda GL PRO.

Proses modifikasi diantaranya: (1) Modifikasi rem tromol menjadi rem *cakram* dimulai dari pembuatan lubang untuk dudukan piringan, pembuatan dudukan master rem belakang, pengubahan tuas ayun pedal rem, pemasangan piringan pada dudukan piringan, pemasangan kaliper belakang, pemasangan master rem belakang, pemasangan selang rem belakang, pengisian minyak rem dan proses *bleeding*. (2) Aplikasi teknologi CBS setelah rem belakang dimodifikasi dimulai dari pembuatan pengganti baut penyalur fluida pada master rem depan, memodifikasi kaliper belakang yang berjenis piston ganda yaitu kerja piston pada kaliper dijadikan kerja piston tunggal kemudian pemindahan lubang intake fluida pada masing-masing piston dan penambahan lubang buang angin pada piston yang belum terdapat lubang buang angin, dilanjutkan dengan proses pemasangan dimulai dari pemasangan master rem depan, pemasangan kaliper depan, pemasangan selang pada kaliper belakang dan kaliper depan kemudian pengisian minyak rem pada master rem depan, proses *bleeding*. Pengujian kinerja rem keseluruhan dilakukan dengan cara uji jalan, variabel yang dilihat adalah jarak pengereman pada kecepatan yang bervariasi.

Hasil pengujian adalah sebagai berikut: Aplikasi rem CBS ditambah rem *cakram* belakang menunjukkan kinerja 40% lebih baik dibandingkan dengan rem depan *cakram* (standar) ditambah rem belakang tromol (standar) pada kecepatan 60 km/jam dan apabila kecepatan semakin ditingkatkan maka kinerja rem CBS ditambah rem belakang *cakram* akan semakin meningkat juga. Demikian hasil modifikasi rem tromol menjadi *cakram* dengan aplikasi teknologi CBS, lebih baik daripada rem *cakram* ataupun rem tromol.

Kata kunci : Modifikasi, Rem *cakram*, CBS.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat dan hidayah-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan Proyek Akhir ini. Penulis menyadari bahwa pembuatan Proyek Akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dan dukungan dari semua pihak, untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Rochmat Wahab, M.Pd., M.A, selaku Rektor Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Mochamad Bruri Triyono, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Bapak Martubi, M.Pd., M.T., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Bapak Sudiyanto, M.Pd., selaku Kordinator Program Studi D3 Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
5. H.Lilik Chaerul Yuswono, M.Pd., selaku Kordinator Proyek Akhir D3 Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Bapak Sutiman, M.T., selaku Penasihat Akademik yang memberikan saran dan masukan.

7. Bapak Beni Setya Nugraha, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir yang selalu mengarahkan dan memberikan saran serta masukan.
8. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberi dukungan moral, spirituil dan materiil.
9. Kakakku Nashir Purbosaksono yang selalu menyangi, mendo'akan dan memberi nasehat.
10. Siwi Suasana yang selalu memberiku semangat tanpa berhenti dan mengajarkanku pentingnya kerja keras serta pantang menyerah.
11. Teman- teman Otomotif D3 kelas B1. Terima kasih atas semuanya.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga laporan ini dapat menjadi lebih bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi pembaca pada umumnya.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, 4 September 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan	4
E. Manfaat	4
F. Keaslian Gagasan	4
 BAB II PENDEKATAN, PEMECAHAN MASALAH	 5
A. Pengertian Modifikasi	5
B. Sistem Rem	5
1. Prinsip Rem	6
2. Macam-Macam Rem	6
a. Rem Tromol	6
1) Cara Kerja Rem Tromol	7

2) Kelebihan Rem Tromol	8
3) Kekurangan Rem Tromol	8
b. Rem <i>Cakram</i>	8
1) Cara Kerja Rem <i>Cakram</i>	11
2) Kelebihan Rem <i>Cakram</i>	11
3) Kekurangan Rem <i>Cakram</i>	12
C. Oli Rem	12
D. Aplikasi Teknologi CBS (<i>Combi Brake System</i>)	13
1. Pengertian Rem CBS	13
2. Fungsi Rem CBS	16
3. Cara Kerja CBS	16
4. Keunggulan CBS	17
E. Pemeriksaan Sistem Rem Hidrolis	18
F. Jarak Pengereman	19
1. <i>Empty Distance</i>	19
2. <i>Braking Distance</i>	19
G. Metalurgi Las	20
1. Pengertian Pengelasan	20
2. Macam Las	20
a. Asetilin	20
b. Las Listrik	20
c. Tipe Sambungan Las	21
 BAB III KONSEP RANCANGAN	 24
A. Konsep Perancangan	24
B. Kalkulasi Biaya	36
C. Rencana Kerja	36
D. Rencana Modifikasi	37
E. Rencana Pengujian	38
 BAB IV PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN	 41

A. Proses dan Hasil Pembuatan Alat	41
1. Proses Pembuatan	41
2. Proses Perakitan	43
3. Pengujian Akhir	47
B. Proses Pengujian	48
C. Hasil Pengujian	48
D. Pembahasan	50
 BAB V SIMPULAN DAN SARAN	 54
A. Simpulan	54
B. Keterbatasan Alat	56
C. Saran	56
 DAFTAR PUSTAKA	 57
LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Menghitung Jarak Pengereman	19
Tabel 2. Daftar Jenis Kaliper, Diameter Piringan, Diameter Piston dan Diameter Piston Master pada <i>Cakram</i> Belakang	25
Tabel 3. Kalkulasi Biaya Pembuatan CBS	36
Tabel 4. Rencana Kerja	37
Tabel 5. Pengujian dan Perbandingan Rem Depan Cakram (Standar) Ditambah Belakang Tromol (Standar) Dengan Rem CBS ditambah Rem <i>Cakram</i> Belakang	40
Tabel 6. Hasil Pengujian dan Perbandingan Rem Depan <i>Cakram</i> (Standar) Ditambah Belakang Tromol (Standar) Dengan Rem CBS Ditambah Rem <i>Cakram</i> Belakang.....	49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Komponen Rem Tromol	7
Gambar 2. Cara Kerja Rem Tromol	7
Gambar 3. Master Rem.....	10
Gambar 4. Kaliper Jenis Piston Ganda	14
Gambar 5. Ilustrasi Pengereman Tunggal dan Kombinasi.....	14
Gambar 6. Komponen CBS	15
Gambar 7. Perangkat CBS	15
Gambar 8. CBS <i>Technical Evolutions and Applications Model</i>	16
Gambar 9. <i>Combined Brake (Front and Rear Brake)</i>	17
Gambar 10. Ilustrasi Jarak Pengereman Rem CBS Dengan Rem Standar	18
Gambar 11. Las Listrik	21
Gambar 12. Sambungan Tumpul Dengan Macam-macam Kampuhnya ...	23
Gambar 13. Sambungan Tumpul Dengan Macam-macam Kampuhnya ..	23
Gambar 14. Konsep Rancangan CBS	27
Gambar 15. Konsep Rancangan Pada Rem Tromol Belakang	30
Gambar 16. Konsep Rancangan Pengganti Baut Penyalur Fluida	30
Gambar 17. Konsep Rancangan Dudukan Master Rem Belakang	31
Gambar 18. Konsep Rancangan Pedal Rem Belakang	32
Gambar 19. Konsep Rancangan Modifikasi Kaliper Belakang	32
Gambar 20. Ilustrasi Kaliper Sebelum Dimodifikasi	34
Gambar 21. Ilustrasi Kaliper Dipindah Saluran Fluidanya	34
Gambar 22. Ilustrasi Kaliper Setelah Ditambahkan Lubang Buang Udara.....	35
Gambar 23. Hasil Modifikasi Kaliper Belakang	36
Gambar 24. Alat Ukur Jarak Per Satuan Meter	39
Gambar 25. Ilustrasi Metode Pengereman.....	39
Gambar 26. Hasil Pembuatan Dudukan Master Rem Belakang	42

Gambar 27. Hasil Modifikasi Pedal Rem Belakang	42
Gambar 28. Hasil Modifikasi Baut Penyalur Fluida	43
Gambar 29. Diagram Alur Perakitan CBS	43
Gambar 30. Damper Dudukan Cakram Belakang	44
Gambar 31. Pemasangan Damper Dudukan Cakram Belakang	44
Gambar 32. Pemasangan Kaliper Belakang Pada Dudukannya	45
Gambar 33. Pemasangan Master Rem Belakang	45
Gambar 34. Pemasangan Master Rem Depan	46
Gambar 35. Pemasangan Baut Master Rem Depan	46
Gambar 36. Pemasangan Kaliper Depan	47
Gambar 37. Proses <i>Bleeding</i> CBS	47
Gambar 38. Diagram Kinerja Rem Hasil Modifikasi Dibandingkan Dengan Rem Standar.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Lembar Pengujian CBS	60
Lampiran 2. Kartu Bimbingan Proyek Akhir/Tugas Akhir Skripsi.....	61
Lampiran 3. Bukti Selesai Revisi Proyek Akhir D3/S1.....	65

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi yang semakin canggih merupakan penyempurnaan dari suatu bentuk yang kurang sempurna sehingga didapat bentuk yang sesuai dengan yang diharapkan. Semuanya itu merupakan sebuah proses dimana perkembangan teknologi tidaklah mungkin terjadi secara langsung tanpa melalui kesalahan dan kekurangan sehingga suatu teknologi dapat tercipta sesuai yang diharapkan. Hal itu terjadi juga pada perkembangan pada bidang Otomotif dimana suatu mesin tercipta tidaklah mungkin dengan sempurna tanpa melalui proses yang berkesinambungan saling melengkapi dilihat dari sisi baik dan sisi buruknya. Adapun perkembangan di bidang Otomotif antara lain perkembangan dari sistem elektronik yang meliputi perkembangan sistem pengapian dari konvensional menjadi elektronik, *speedometer analog* menjadi *digital*, sistem bahan bakar dari konvensional menjadi elektronik, pada teknologi mesin sepeda motor dijumpai *rocker arm* yang sudah dikembangkan menggunakan *roller* penggunaan *sim* sebagai pengganti baut pengatur celah katup, penggunaan teknologi ramah lingkungan seperti Super KIPS, knalpot dengan *catalysator*, sedangkan pada sistem rem telah dikembangkan dari tromol menjadi *cakram*, rem angin, rem gas buang, rem berteknologi ABS (*Anti lock Brake System*) dan CBS (*Combi Brake System*).

Rem dengan teknologi CBS (*Combi Brake Sytem*) adalah salah satu bagian dari sistem rem sebagai salah pengembangan dari teknologi sistem rem. Teknologi ini dijumpai pada sekuter metik Vario Techno CBS, jenis sepeda motor tersebut merupakan pengembangan dari sistem transmisi manual dengan rantai dan gear sebagai penggerak roda ke sistem transmisi otomatis dengan mengaplikasikan CVT (*Continuously Variable Transmission*) sebagai pengganti rantai dan gear. Aplikasi CVT ternyata berpengaruh dalam pengereman sekuter metik tersebut dikarenakan CVT tidak dapat membantu pada saat pengereman berlangsung seperti pada sepeda motor dengan transmisi manual yang masih menggunakan rantai dan gear sebagai penggerak roda dimana rantai dan gear ikut membantu pengereman, untuk itu dikembangkan sistem pengereman CBS (*Combi Brake System*) yang memberikan tingkat kenyamanan dan kestabilan bagi pengendara pada saat melakukan pengereman. CBS merupakan gabungan antara rem depan dan rem belakang dengan satu tuas penarik untuk menggerakkannya. Salah satu kelebihan dari sistem rem ini yaitu pada saat terjadi pengereman yang panjang kendaraan lebih stabil.

Penguasaan terhadap kendaraan sangatlah penting bagi pengendara, tidak semua orang memiliki gaya berkendara yang aman, hal tersebut dapat membahayakan keselamatan pengendara maupun lingkungan disekitar, maka dari itu sebagai wujud kepedulian penulis berinisiatif untuk membuat tugas akhir yang berhubungan dengan sistem rem kendaraan roda dua pada Honda

GL PRO dimana pada sistem tersebut diaplikasi dengan teknologi *combi brake* yang dapat meningkatkan kinerja pengereman pada kendaraan tersebut.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian permasalahan yang disebutkan dalam latar belakang masalah tersebut di atas, maka dapat diidentifikasi permasalahan dalam modifikasi rem *cakram* dengan teknologi CBS.

Permasalahannya adalah objek yang dapat digunakan di bengkel otomotif adalah sepeda motor GL PRO dimana rem belakang masih tromol. Pada konsep CBS yang diaplikasi menggunakan mekanisme hidrolik depan dan belakang, sehingga perlu modifikasi rem belakang GL PRO dari rem tromol menjadi rem *cakram*.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan dari identifikasi permasalahan, maka dapat diambil lingkup batasan masalah pada modifikasi Rem tromol Honda GL PRO menjadi rem *cakram* dengan aplikasi teknologi CBS.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari identifikasi permasalahan di atas maka dapat dirumuskan beberapa masalah tentang modifikasi Rem tromol Honda GL PRO menjadi rem *cakram* dengan aplikasi teknologi CBS yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana rancangan modifikasi rem tromol belakang menjadi rem *cakram*?
2. Bagaimana rancangan rem CBS pada sistem rem pada Honda GL PRO yang sudah dimodifikasi *cakram*?

3. Bagaimana proses modifikasi rem tromol belakang menjadi *cakram* pada Honda GL PRO yang diaplikasi teknologi CBS?
4. Bagaimana hasil modifikasi rem CBS pada sistem rem Honda GL PRO ?

E. Tujuan

Tujuan dari modifikasi rem tromol belakang Honda GL PRO menjadi rem *cakram* dengan teknologi CBS adalah :

1. Membuat rancangan modifikasi rem tromol belakang Honda GL PRO menjadi rem *cakram*.
2. Membuat rancangan rem CBS pada Honda GL PRO.
3. Membuat rem tromol belakang menjadi rem *cakram* dan mengaplikasi teknologi CBS pada Honda GL PRO.
4. Mengetahui hasil modifikasi rem CBS pada sistem rem Honda GL PRO.

F. Manfaat

Manfaat modifikasi Rem tromol Honda GL PRO menjadi rem *cakram* dengan aplikasi teknologi CBS adalah meningkatkan kerja sistem pengereman pada kendaraan serta memberikan keamanan dan kenyamanan berkendara.

G. Keaslian Gagasan

Ide pembuatan tugas akhir ini didapat dari situasi maupun kenyataan yang ada pada lingkungan sekitar. Ide yang buat ini juga dilatar belakangi oleh perkuliahan yang diambil yaitu tentang Kemudi, Rem dan Suspensi di Teknik Otomotif D3 dan tidak terdapat karya orang lain yang sama sepengetahuan penulis dan tidak terdapat tulisan yang dibuat sebelum proyek akhir ini buat.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Untuk mengaplikasikan teknologi CBS (*Combi Brake System*) pada sepeda motor GL PRO agar kinerja sistem rem menjadi lebih baik seperti yang telah diuraikan pada bab I, maka pemecahkan masalah diperlukan teori-teori yang berhubungan dengan aplikasi CBS pada sepeda motor GL PRO.

A. Pengertian Modifikasi

Arti modifikasi secara umum adalah mengubah atau menyesuaikan. Modifikasi dapat diartikan sebagai upaya melakukan perubahan dengan penyesuaian-penyesuaian baik dalam segi fisik material (fasilitas dan perlengkapan) maupun dalam tujuan dan cara (metoda, gaya, pendekatan, aturan serta penilaian), (Anonim, 2010).

B. Sistem Rem.

Tujuan dipasangnya rem pada kendaraan adalah untuk menurut kemauan pengemudi dalam mengurangi kecepatan, berhenti ataupun memarkir kendaraan pada jalan yang dikehendaki, dengan kata lain melakukan kontrol kecepatan kendaraan untuk menghindari kecelakaan dan merupakan alat pengaman yang berguna untuk menghentikan kendaraan secara berkala. Fungsi rem harus dapat mengatasi kecepatan kendaraan yang meningkat, (Toyota Step 2, sistem rem : 4-1). Adapun rem yang digunakan untuk kendaraan harus memenuhi syarat-syarat yaitu, dapat bekerja baik dan cepat. Bila muatan pada roda-roda sama besar, maka gaya pengereman harus sama besar pula, bila tidak harus sebanding dengan muatan yang diterima

roda-roda tersebut, mempunyai daya tahan yang cukup dan rem harus mudah diperiksa dan disetel.

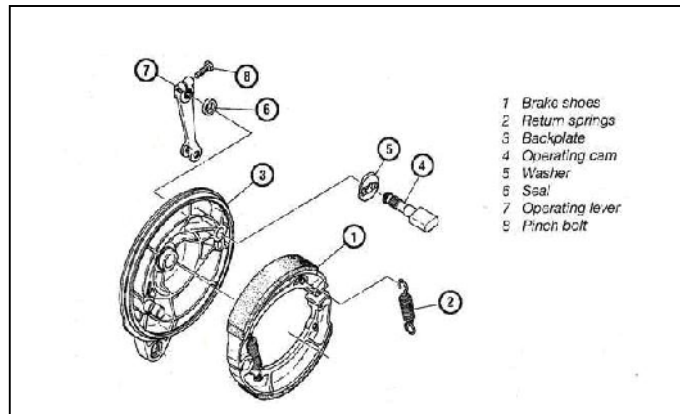
1. Prinsip rem

Kendaraan tidak dapat berhenti dengan segera apabila mesin dilepaskan tidak dihubungkan dengan pemindahan daya. Kendaraan cenderung tetap bergerak. Kelemahan ini harus dikurangi dengan maksud untuk menurunkan kecepatan gerak hingga berhenti. Mesin merubah energi panas menjadi energi kinetis (energi gerak) untuk menggerakkan kendaraan. Sebaliknya rem merubah energi kinetis kembali menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan. Umumnya rem bekerja disebabkan oleh adanya sistem gabungan penekanan melawan sistem gerak putar. Efek pengereman (*braking effect*) diperoleh dari adanya gesekan yang ditimbulkan antara dua obyek, (Anonim, 2011). Secara umum ada dua tipe atau jenis rem saat ini yang masih dijadikan standar pembuatan rem kendaraan yaitu rem cakram dan rem tromol.

2. Macam – Macam Rem

a. Rem Tromol

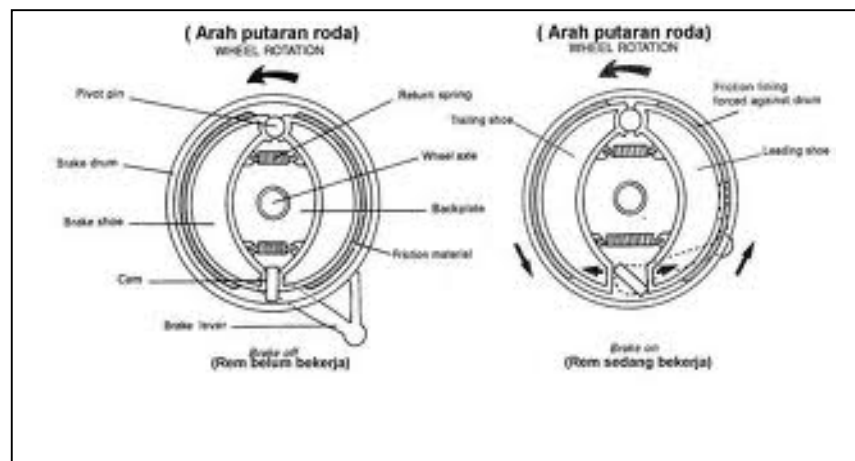
Rem tromol digunakan pada kendaraan model lama, tetapi biasanya juga digunakan untuk rem bagian belakang kendaraan. Rem tromol terdiri dari komponen rumah rem atau drum dan kampas rem.



Gambar 1. Komponen Rem Tromol
(<http://sadrihidayat.blogspot.com/>)

1) Cara kerja rem tromol

Menurut Sadri Hidayat (2009), rem bekerja atas dasar gesekan antara sepatu rem dengan drum yang ikut berputar dengan putaran roda kendaraan. Agar gesekan dapat memperlambat kendaraan dengan baik, sepatu rem dibuat dari bahan yang mempunyai koefisien gesek yang tinggi,



Gambar 2. Cara kerja rem tromol
(<http://sadrihidayat.blogspot.com/>)

2) Kelebihan rem tromol

Karena posisinya tertutup, kotoran tidak gampang masuk dari luar ke dalam rem tromol. Oleh sebab itu rem tromol banyak di gunakan pada perangkat rem roda belakang yang sering terkena kotoran atau lumpur. Kelebihan lain dari rem tromol adalah kinerja rem tromol lebih lembut dan penampang kampas rem dapat di buat lebar sehingga banyak di gunakan pada kendaraan berat.

3) Kekurangan rem tromol

Rem tromol yang masih menerapkan sistem tertutup dalam prosesnya. Dengan sistem ini membuat partikel kotoran pada ruang tromol tersebut. Jadi untuk perawatan membersihkannya harus membuka roda agar rumah rem dapat dibersihkan dari debu atau kotoran.

Pada saat banjir air akan mengumpul pada ruang tromol sehingga air akan menyulitkan sistem rem untuk bekerja, jadi setelah rem tromol menerjang banjir, maka harus mengeringkannya dengan menginjak setengah rem saat melaju sehingga bagian dalam rem tromol kering karena panas akibat gesekan, setelah itu rem dapat digunakan kembali.

b. Rem *Cakram*

Rem cakram terdiri dari piringan yang dibuat dari logam, piringan logam ini akan dijepit oleh kanvas rem (*brake pad*) yang

didorong oleh sebuah piston yang ada dalam kaliper. Untuk menjepit piringan ini diperlukan tenaga yang cukup kuat. Guna untuk memenuhi kebutuhan tenaga ini, pada rem cakram dilengkapi dengan sistem *hydraulic* agar dapat menghasilkan tenaga yang cukup kuat, (Anonim, 2012). Sistem *hydraulic* terdiri dari master rem, kaliper, *reservoir* untuk tempat oli rem dan komponen penunjang lainnya. Prinsip rem ini menggunakan hukum pascal yaitu bila gaya yang bekerja pada suatu penampang dari fluida, gaya tersebut akan menghasilkan tekanan, tekanan yang dihasilkan akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar. Gaya penekanan akan diubah menjadi tekanan fluida oleh piston dan master rem. Tekanan ini dipindahkan ke kaliper melalui selang rem dan bekerja pada sepatu rem untuk menghasilkan gaya pengereman, (Toyota Step 2) Perhitungan gaya yang bekerja pada kaliper menurut hukum pascal,

Dimana P = gaya pada kaliper (Kg)

Q = tekanan pada master rem (Kg)

d_1 = diameter piston master silinder (cm)

d_2 = diameter piston kaliper rem (cm)

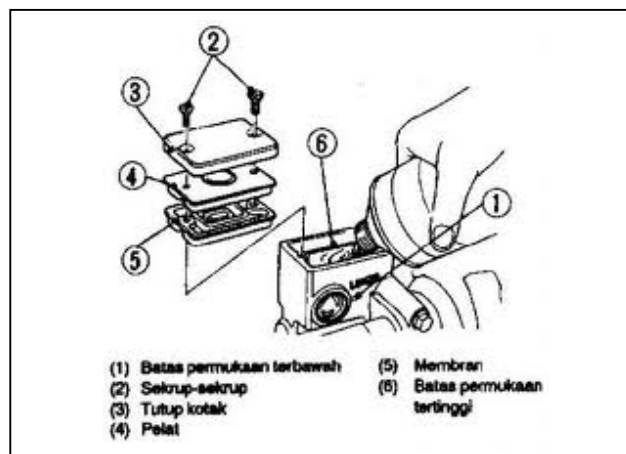
a = jarak ujung tuas rem dengan sumbu (cm)

b = jarak sumbu dengan batang pendorong (cm)

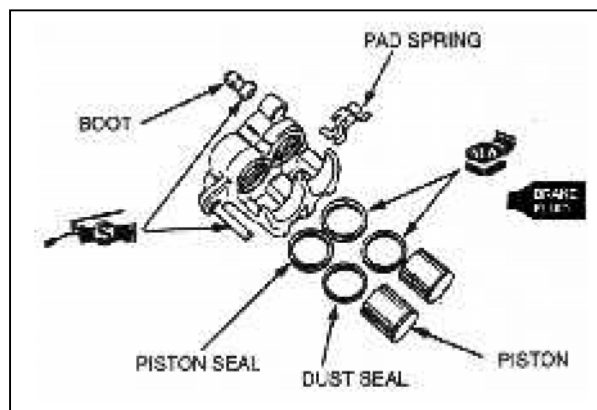
$$P = \frac{Q \times \frac{a}{b}}{(0,785 \cdot d_1^2)} \times 0,785 \cdot d_2^2$$

$$P = Q \times \frac{a}{b} \times \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

Mobil dan sepeda motor modern kebanyakan telah menerapkan piranti ini. Biasanya piranti ini dapat ditemukan pada roda kendaraan baru sehingga dalam setiap penggunaannya menjadi maksimal dan terarah. Rem cakram menjadi salah satu sistem pengereman modern terbaik pada kendaraan bermotor dan sangat ideal untuk diterapkan pada tiap sepeda motor, terutama yang telah memakai mesin berkapasitas CC besar.



Gambar 3.Master Rem Depan.
(Pelatihan Mekanik Tingkat II, *Astra Honda Training Centre*)



Gambar 4.Kaliper Jenis Piston Ganda
(Pelatihan Mekanik Tingkat II, *Astra Honda Training Centre*)

1) Cara Kerja Rem *Cakram*

Pada kendaraan roda dua, ketika *handle* rem ditarik, bubungan yang terdapat pada *handle* rem akan menekan piston yang terdapat dalam master rem. Piston ini akan mendorong oli rem ke arah saluran oli, yang selanjutnya masuk ke dalam ruangan kaliper. Pada bagian piston sebelah luar dipasang kanvas atau *brake pad*, *brake pad* ini akan menjepit piringan metal dengan memanfaatkan gaya atau tekanan torak ke arah luar yang diakibatkan oleh tekanan oli rem (Anonim, 2012). Pada waktu handel rem dilepas, tekanan *hydraulic* menurun dan *pad* tekanannya berkurang pada *disk* (piringan). Minyak rem, piston master dan piston kaliper kembali seperti semula oleh tekanan pegas di piston master dan sil di piston kaliper

2) Kelebihan Rem *Cakram*

Rem *cakram* dapat digunakan dari berbagai suhu, sehingga hampir semua kendaraan menerapkan sistem rem *cakram*. Selain itu rem *cakram* tahan terhadap genangan air sehingga pada kendaraan yang telah menggunakan rem *cakram* dapat digunakan pada saat kondisi jalan banjir. Rem *cakram* memiliki sistem rem yang berpendingin di luar (terbuka) sehingga pendinginan dapat dilakukan pada saat kendaraan melaju, ada beberapa *cakram* yang juga dilengkapi oleh ventilasi

(*ventilated disk*) atau *cakram* yang memiliki lubang sehingga pendinginan rem lebih maksimal digunakan.

Rem cakram banyak dipergunakan pada roda depan kendaraan karena gaya dorong untuk berhenti pada bagian depan kendaraan lebih besar dibandingkan di belakang sehingga membutuhkan pengereman yang lebih pada bagian depan. Namun saat ini telah banyak sepeda motor yang telah menggunakan rem cakram pada kedua rodanya.

3) Kekurangan Rem *Cakram*

Rem *cakram* yang sifatnya terbuka memudahkan debu dan lumpur menempel, dalam waktu yang lama lumpur atau kotoran tersebut dapat menghambat kinerja pengereman sampai merusak komponen pada bagian kaliper seperti piston bila dibiarkan lama. Oleh sebab itu perlu dilakukan pembersihan.

C. Oli Rem

Menurut Mohammad Risqi (2010), sistem rem pada kendaraan memiliki fungsi yang amat vital. Sistem rem dirancang untuk mengurangi kecepatan atau memperlambat dan menghentikan kendaraan. Prinsip dasar dari sistem rem kendaraan adalah memanfaatkan tenaga *hydraulic* untuk menggerakkan *master cylinder* kemudian akan mengaktifkan rem pada roda.

Fluida yang digunakan untuk sistem rem adalah oli yang kusus rem (*brake fluid*) dan tidak hanya melumasi. Fungsi oli rem yang utama adalah

menjadi media perantara yang mentransmisikan tenaga *hydraulic* ke seluruh sistem rem.

Standar spesifikasi oli rem mengacu pada *united states department of transportation* (DOT) dan spesifikasinya adalah DOT 2, DOT 3, DOT 4, DOT 5 dan DOT 5.1. Semakin tinggi angka DOT pada oli rem menunjukkan angka titik didihnya semakin tinggi. Oli rem yang banyak beredar adalah DOT 3, DOT 4, DOT 5, dan DOT 5.1.

DOT 3 dan DOT 4 terbuat dari bahan dasar *glycol* yang juga dipakai sebagai bahan dasar untuk radiator *coolant* dan pengencer cat DOT 3 dan DOT 4 memiliki kelemahan yaitu mudah sekali menyerap uap air atau air dari *atmosphere*. Dengan mudahnya menyerap uap air atau air mengakibatkan kinerja rem kurang optimal karena diakibatkan adanya air pada oli rem yang akan menyebabkan titik didih rem menurun. Masalah lain yang akan ditimbulkan adalah adanya karat pada sistem rem.

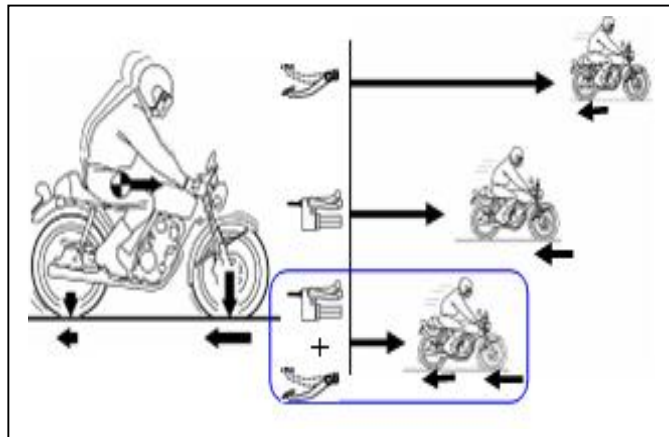
D. Aplikasi Teknologi CBS (*Combi Brake System*)

1. Pengertian Rem CBS (*Combi Brake System*)

Combi Brake Sytem adalah sistem pengereman yang mengkombinasikan antara rem depan dan belakang tersebut. Cukup dengan menarik tuas rem depan akan mendapatkan pengereman di roda depan dan di roda belakang. (Anonim, 2012)

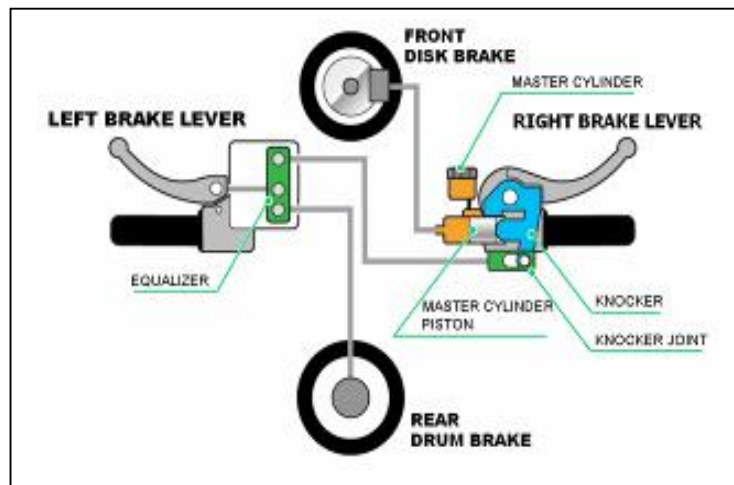
Pada sepedamotor konvensional rem depan dan rem belakang merupakan dua sistem yang saling bebas dan berdiri sendiri (terpisah). Masing-masing sistem memiliki tuas atau aktuator penggerakannya sendiri.

Fungsi pengereman akan optimal ketika rem depan dan rem belakang dioperasikan secara simultan (bersamaan) dengan menggerakkan kedua tuas rem.

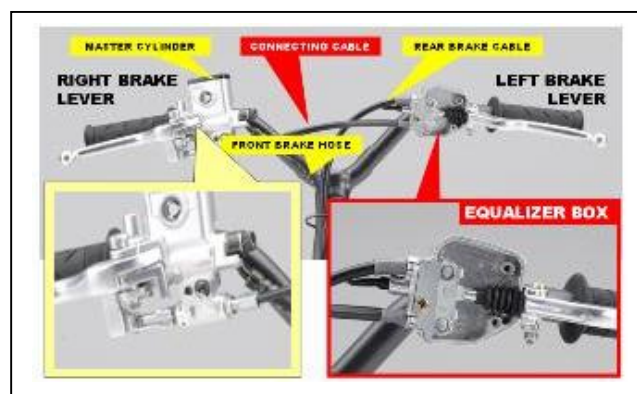


Gambar 5. Ilustrasi pengereman tunggal dan kombinasi (<http://www.astra-honda.com>).

Pada *Combined Brake System* atau *Combi Brake System* (CBS), sistem pengereman didesain untuk mengkombinasikan antara rem depan dan rem belakang sedemikian rupa agar dapat bekerja secara bersama dengan hanya menggunakan satu tuas. Sistem ini dapat diterapkan pada salah satu tuas rem (*Single CBS* atau *Combi Brake*). Jika sistem ini diterapkan pada kedua tuas rem maka bisa disebut dengan *Dual CBS* (<http://www.astra-honda.com>).

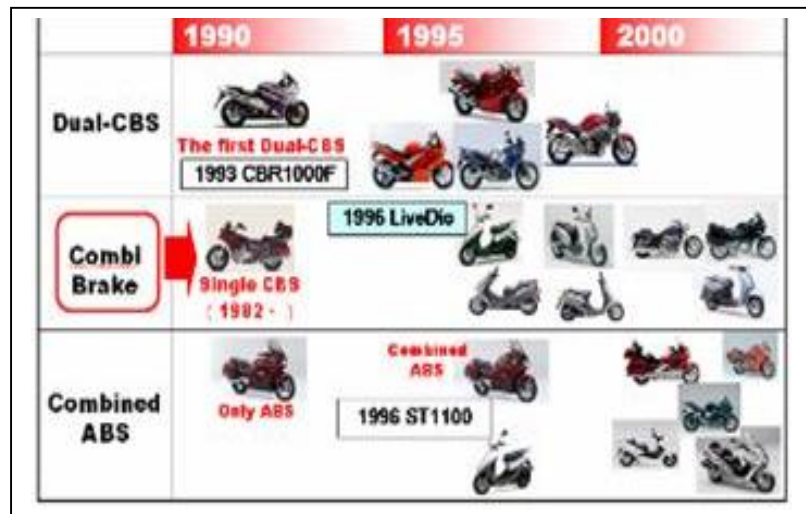


Gambar 6. Komponen CBS
(<http://www.astra-honda.com>).



Gambar 7. Perangkat CBS
(<http://www.astra-honda.com>).

CBS pertama kali diaplikasikan pada sepeda motor Honda Goldwing pada tahun 1982, seiring waktu dan dengan banyaknya minat konsumen akan tipe ini maka CBS ini mulai diaplikasikan tipe motor yang lain, tidak terkecuali tipe *scooter* (<http://www.astra-honda.com>). Pada beberapa model juga dikembangkan kombinasi aplikasi CBS dengan *Antilock Brake System* (ABS). Gambar 8 mengilustrasikan aplikasi CBS dan ABS pada beberapa sepeda motor Honda.



Gambar 8. CBS *Technical Evolutions and Applications Model* (<http://www.astra-honda.com>).

2. Fungsi Rem CBS

Fungsi dari rem CBS adalah untuk memudahkan, menyamankan dan menjaga *safety* pengendara untuk melakukan pengereman.

3. Cara Kerja Rem CBS

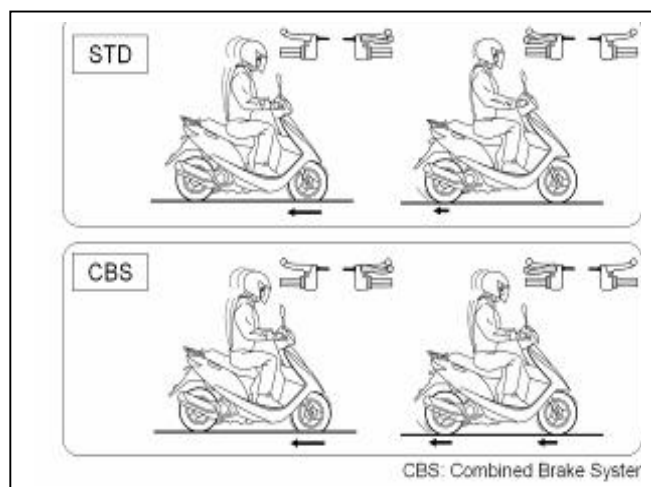
Menurut Teknisi Ahass Bintang Motor (2009), ketika menekan tuas rem belakang, pengereman *combi brake* baru akan bekerja. Jika rem depan yang ditarik *combi brake* tidak akan bekerja. Itu di karenakan pada master rem depan terdapat *knocker joint* yang tersambung dengan rem belakang tidak bekerja seperti ketika tuas rem belakang ditarik. *Combi brake* ini, lebih memfokuskan pengereman di roda belakang. *Equalizer* adalah alat yang menghubungkan antara rem depan dan belakang melalui *slink* (kabel besi) seperti kabel gas atau kabel rem sepeda yang terletak di hendel rem belakang. Sedangkan di panel rem depan, hanya ada *knocker* dan *knocker joint*. Ketika menekan rem depan, konektor tersebut tidak

akan bergerak. Tetapi ketika kita menarik rem belakang, maka *knocker joint* akan menarik *knocker* di master rem depan. Maka, langkah atau metode ini yang menyebabkan kedua rem bisa berfungsi. Tapi kekuatannya, tidak akan melebihi jika kedua tuas rem ditarik secara bersamaan.

Dengan pengereman CBS ini, pengendara juga lebih *safety*. Kekuatan rem terbagi sekitar 70% rem belakang dan 30% rem depan, jika tuas rem belakang ditekan dengan kekuatan rendah. Kondisi ini membuat rem belakang yang bekerja. Hal itu disebabkan *Knocker joint* tidak akan menarik *knocker* di master rem depan sehingga kampas tidak menekan *disc brake* (piringan) rem.

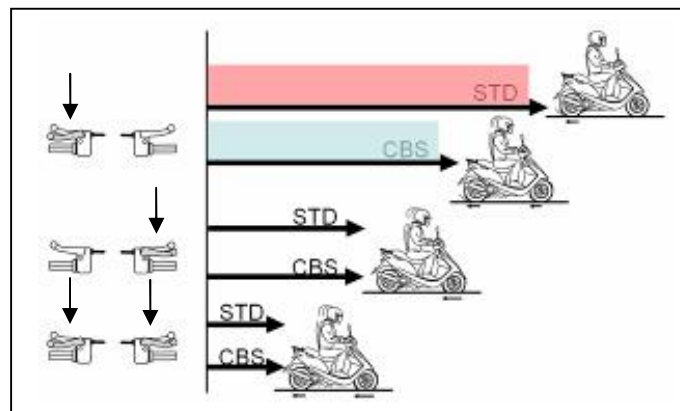
4. Keunggulan CBS

Combined Brake System: Artinya dengan menggunakan sistem pengereman ini maka dengan satu tuas (*left lever*) sudah dapat mengaplikasikan *front* dan *rear brake* secara bersamaan dibandingkan sistem pengeraman konvensional (<http://www.astra-honda.com>).



Gambar 9. *Combined brake (Front and rear brake)* (<http://www.astra-honda.com>).

- a. Jarak pengeraman yang dihasil lebih maksimal.



Gambar 10. Ilustrasi jarak pengeraman rem CBS dengan rem standar. (<http://www.astra-honda.com>).

- b. Teknologi CBS yang telah diterapkan akan memberikan *feeling* pengereman yang nyaman bagi pengendara.
- c. Dengan adanya CBS pengendara secara tidak langsung diajarkan cara pengereman yang benar.
- d. CBS merupakan fitur mewah dari teknologi rem (*valuable feature for brake technology*).

E. Pemeriksaan Sistem Rem Hidrolis

1. Menurut Handiyaz (2010), untuk melakukan pemeriksaan terhadap sistem hidrolis ketika mesin kendaraan mati yaitu memberi injakan yang ringan pada pedal. Jika pedal turun dengan sendirinya kaki tidak menekan kuat, menunjukkan bahwa telah terjadi:
 - a. Kebocoran hidrolis
 - b. Udara yang berlebihan dalam sistem hidrolis
 - c. Kerusakan pada mangkakan utama silinder master.

F. Jarak Pengereman

Bila pengendara sepeda motor ingin menghentikan kendaraannya, pengendara menarik atau menginjak pedal rem. Tapi kendaraan secara pasti tidak akan langsung berhenti akan tetapi butuh jarak lebih jauh dari titik pengendara mulai mengerem. Jarak ini disebut jarak pengereman. Jarak pengereman artinya jarak yang dibutuhkan kendaraan untuk berhenti total. Rumus: *Empty distance* + *Braking distance*, (Anonim, 2010).

1. *Empty Distance*

Empty Distance adalah jarak saat dimana pengendara menyadari harus mengerem. Diumpamakan sebagai waktu, maka *empty distance* rata-rata 1 detik, (Anonim, 2010).

2. *Braking Distance*

Braking Distance adalah jarak yang dibutuhkan kendaraan untuk berhenti total mulai dari pengendara mengoperasikan rem. Bila kecepatan kendaraan semakin cepat, *braking distance* akan semakin panjang. Berarti waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk berhenti akan semakin lama. Selain itu *braking distance* juga tergantung pada kondisi permukaan jalan, (Anonim, 2010).

Tabel 1. Menghitung Jarak Pengereman.

Kondisi jalan	Jarak Ideal	Contoh
Permukaan jalan kering.	$0.5 \times \text{angka speedometer}$	$0,5 \times 100\text{km/jam} = 50 \text{ m}$
Permukaan jalan menurun.	$1.5 \times 0.5 \times \text{angka speedometer}$	$1,5 \times 0,5 \times 100\text{km/jam} = 75 \text{ m}$

G. Metalurgi Las

1. Pengertian Pengelasan

Pengelasan adalah satu proses menyambung logam dengan mencairkan kedua sisi logam yang akan disambung, baik dengan tekanan dan bahan tambah, maupun tanpa tekanan dan bahan tambah, dengan pemakaian panas. Tenaga panas diperlukan untuk mencairkan bahan dasar yang akan disambung dan kawat las sebagai bahan pengisi, diperoleh dari pembakaran gas (pada las gas) atau dari busur listrik (pada las listrik).

Proses pengelasan terdiri dari:

- a. Proses las yang menggunakan panas saja, yaitu: las *fussi*/las lumer.
- b. Proses las menggunakan kombinasi panas dan tekanan, yaitu: las tempa.

2. Macam Las

a. Las Asetilin

Las asetilin berfungsi untuk menyambung logam dengan menggunakan busur api dari hasil reaksi pembakaran antara gas asetilin dengan zat asam. Penyambungan dapat dilakukan dengan bahan tambah atau tanpa bahan tambah.

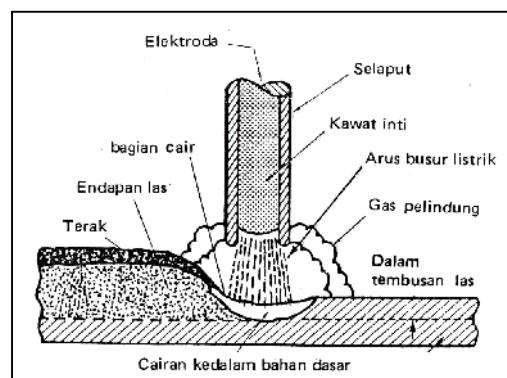
b. Las Listrik

Dari macam las yang digunakan untuk memodifikasi adalah las listrik. Las listrik atau las busur listrik adalah suatu proses penyambungan logam dengan tenaga listrik sebagai sumber panas. Logam pengisi/bahan tambah berupa logam *electrode* las. Logam yang dilas dengan las listrik tidak perlu diberi pemanasan awal.

Dilihat dari tipe *elektrodenya* las busur listrik dibagi:

- 1) Las busur tak berpelindung (*elektrode* tanpa pelapis)
- 2) Las busur berpelindung (*elektrode* berpelapis)

Pada las busur tak berpelindung, logam beku yang masih panas akan menyerap oksigen dan nitrogen dari udara. Ini akan menurunkan kekuatan logam las, keuletan dan ketahanan terhadap korosi. Pada las busur berpelindung atau berpelapis, lapisan *elektrode* dapat mengarahkan aliran busur listrik, mencegah percikan logam, mencegah penyerapan *oksigen* dan *nitrogen* yang merugikan.



Gambar 11. Las Listrik
(Petunjuk Praktek Las Asetilin dan Las Listrik, 1978:74)

Las listrik digunakan pada sambungan komponen besi dan baja yang tidak terlalu besar bila dibuat dalam satu potong saja, seperti kerangka mobil, kerangka motor, *engine stand* dan sebagainya.

3. Tipe Sambungan Las

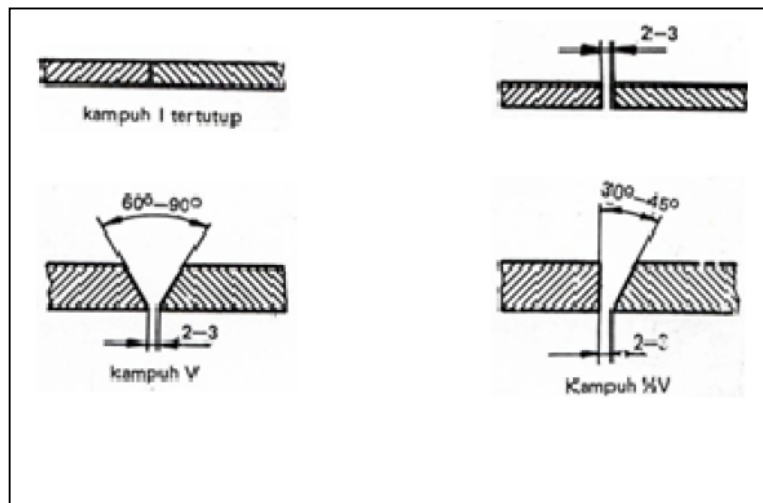
Tipe sambungan yang digunakan dalam pengerjaan CBS adalah jenis sambungan tumpul atau ujung. Sambungan tumpul atau ujung adalah sambungan dimana kedua bidang yang akan disambung

berhadapan dan diadu satu sama lain. Antara kedua bidang yang akan disambung diberikan celah atau jarak, untuk mendapatkan penembusan yang baik pada saat pengelasan. Selain diberikan celah, bidang sambungan biasanya dibuat kampuh las. Pengerjaan kampuh ini penting untuk mendapatkan hasil pengelasan yang baik serta kuat.

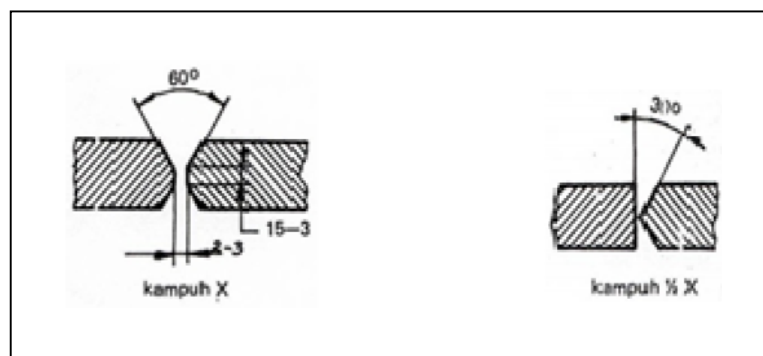
Bentuk-bentuk kampuh sambungan pada sambungan tumpul biasanya berbentuk:

- a. Kampuh I di gunakan untuk pelat tebal 3-8 mm dan pada pengerjaannya kedua sisi pelat di las
- b. Kampuh V, digunakan untuk tebal pelat 6-8 mm, dan $1/2V$ digunakan apabila salah satu bagian yang akan disambung tidak dapat dibentuk.
- c. Kampuh X, dan $1/2X$ atau K digunakan untuk tebal pelat 12-45 mm
- d. Kampuh U, digunakan untuk sambungan yang menerima beban berat dengan tebal pelat 32 mm dan $1/2U$ atau J digunakan apabila salah satu bagian yang akan disambung tidak dapat dibentuk. Untuk kampuh $1/2U$ bersisi digunakan untuk tebal pelat 20-40 mm dan untuk $1/2U$ dua digunakan untuk pelat tebal 40-70 mm

Pemilihan bentuk-bentuk kampuh tergantung pada tebal bahan yang akan dilas. Bahan yang digunakan untuk memodifikasi mempunyai tebal 4-5 mm dan dari beberapa jenis sambungan kampuh digunakan kampuh I tertutup untuk pengerjaannya.



Gambar 12. Sambungan tumpul dengan macam-macam kampuhnya
(Petunjuk Praktek Las Asetilin dan Las Listrik , 1978:31)



Gambar 13. Sambungan tumpul dengan macam-macam kampuhnya
(Petunjuk Praktek Las Asetilin dan Las Listrik , 1978:31)

BAB III

KONSEP RANCANGAN

A. Konsep Perancangan Modifikasi

Modifikasi sistem rem tromol belakang GL PRO 1995 menjadi rem *cakram* dengan teknologi *Combi Brake* berfungsi untuk memberikan keamanan pengendara khususnya bagi pemula pada saat pengereman dilakukan. Prinsip dasar dari modifikasi ini adalah mengubah sistem rem belakang dari tromol menjadi *cakram* dan mengkombinasikan rem depan dan rem belakang. Pada rancangan ini terdapat perbedaan cara kerja rem dengan CBS yang sudah ada yaitu, apabila tuas rem depan ditekan, bersamaan rem depan, rem belakang ikut bekerja, sedangkan ketika rem belakang ditekan maka rem depan tidak ikut bekerja.

CBS ini mengaplikasikan sistem hidrolik pada rem depan dan rem belakang berbeda dengan CBS yang ada pada Honda Vario yang masih menggunakan mekanis untuk rem belakang dan hidrolik untuk rem depan. Tujuan digunakan hidrolik pada kedua rem adalah agar saat pengoperasian rem CBS lebih ringan dari pada rem CBS mekanis, rancangan modifikasi dapat dilihat pada gambar 15. Dari gambar 15 dapat dijelaskan, untuk rem depan digunakan rem *cakram* yang sudah ada (standar) dengan kaliper satu piston yang berdiameter 34 mm dan diameter *cakram* (piringan) 290 mm, sedangkan rem belakang standar (tromol) diubah menjadi *cakram* karena dipastikan rem *cakram* lebih mudah perawatannya dan proses pendinginannya lebih cepat.

Rem depan dan rem belakang dikombinasikan dengan mengganti baut penyalur fluida yang ada pada master rem depan dan memodifikasi baut tersebut menjadi dua lubang, baut yang digunakan adalah baut berdiameter 10 mm (lihat gambar 17) dengan modifikasi baut tersebut fluida dapat disalurkan ke kaliper depan dan kaliper belakang.

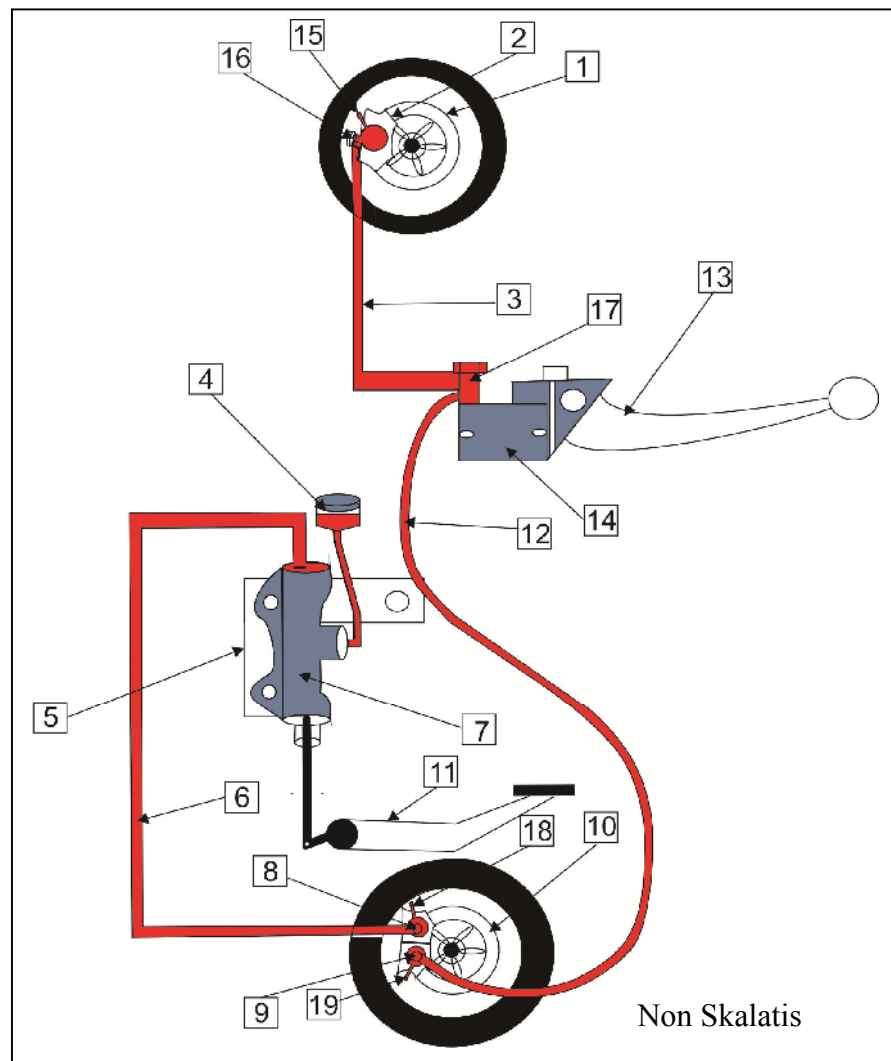
Perubahan juga perlu dilakukan pada kaliper belakang dimana kaliper yang digunakan adalah tipe *double* piston berdiameter piston masing-masing 25 mm, kerja piston ganda pada kaliper belakang dipisahkan dan dijadikan kerja piston tunggal, hal itu dapat menghemat biaya yang dikeluarkan jika dibandingkan digunakan dua buah kaliper dan mengaplikasikan sendiri-sendiri. Untuk pemilihan *cakram* belakang perlu adanya pertimbangan kemampuan dan jenis kaliper. Berikut beberapa daftar set *cakram* belakang, jenis kaliper, ukuran piston, kaliper dan diameter piringan (*non original*) berdasarkan observasi di Toko Sidodadi.

Tabel 2. Daftar jenis kaliper, diameter piringan, diameter piston kaliper dan diameter piston master pada *cakram* belakang (*non original*).

Sepeda motor	Jenis silinder roda	Diameter piringan	Diameter piston	Diameter piston master rem
Tiger R	Ganda	220 mm	25 mm	12,5 mm
Satria 150 F dan Shogun 125 R	Tunggal	180 mm	30 mm	12,5 mm
Satria 120 R	Ganda	220 mm	25 mm	12,5 mm
Supra x 125 DD	Tunggal	180 mm	30 mm	12,5 mm
CBR 150 R	Tunggal	220 mm	30 mm	12,5 mm
Kawasaki Atlethe	Ganda	220 mm	25 mm	12,5 mm
Kawasaki Ninja 150 R	Ganda	220 mm	25 mm	12,5 mm

Berdasarkan *power engine* (tenaga mesin) tidak begitu jauh perbedaannya dan konstruksi kaliper berjenis piston ganda dan diameter piringan 220 mm, konstruksi ini juga sama dengan konstruksi yang digunakan pada sepeda motor Honda Tiger, Kawasaki Ninja 150 R, Kawasaki Athlete dan juga pada New Megapro pengadopsian ini dimaksudkan agar lebih mudah untuk diaplikasi pada tromol Honda GL PRO yang mempunyai diameter 114 mm.

Penggunaan satu set *cakram* 150 F atau Shogun 125 R diameter piringan lebih 180 mm lebih kecil dari pada Satria 120 R dan jenis kaliper rem tunggal sehingga perlu dua buah kaliper rem untuk pengaplikasian CBS sedangkan pada pemasangannya perlu banyak perubahan pada kaliper rem dan dudukan kaliper dikarenakan kaliper bertabrakan dengan tromol GL PRO tersebut. Jenis kaliper ganda dan piringan (*cakram*) berdiameter 220 mm juga lebih menghemat pengeluaran dari pada menggunakan dua buah kaliper rem.



Gambar 14. Konsep Rancangan CBS

Keterangan gambar :

- | | |
|--|---|
| 1. <i>Cakram</i> depan | 11. Pedal rem belakang |
| 2. Kaliper depan | 12. Selang fluida dari master rem depan |
| 3. Selang fluida dari master rem depan | 13. Tuas rem depan |
| 4. Tabung <i>Reservoir</i> | 14. Tabung <i>reservoir</i> |
| 5. Plat dudukan <i>master</i> rem belakang | 15. Baut buang udara (nipple) |
| 6. Selang fluida dari master rem belakang | 16. Intake fluida dari master rem |
| 7. Master rem Belakang | 17. Baut penyalur fluida |
| 8. Intake fluida dari master rem belakang | 18. Baut buang udara (nipple) |
| 9. Intake fluida dari master rem depan | 19. Baut buang udara (nipple) |
| 10. <i>Cakram</i> belakang | |

Perhitungan gaya yang bekerja pada kaliper depan dan belakang menurut hukum pascal,

Dimana P = gaya pada kaliper

Q = tekanan pada master rem

d_1 = diameter piston master rem

d_2 = diameter piston kaliper rem

a = jarak ujung tuas rem dengan sumbu

b = jarak sumbu dengan batang pendorong

$$P = \frac{Q \times \frac{a}{b}}{(0,785 \cdot d_1^2)} \times 0,785 \cdot d_2^2$$

$$P = Q \times \frac{a}{b} \times \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

diketahui : $d_1 = 12,5 \text{ mm} = 1,25 \text{ cm}$

$d_2 = 30 \text{ mm} = 3 \text{ cm}$ (kaliper depan)

$d_2 = 25 \text{ mm} = 2,5 \text{ cm}$ (kaliper belakang)

$Q = 50 \text{ Kg}$ (asumsi)

$a = 13,7 \text{ cm}$

$b = 2,2 \text{ cm}$

a. Gaya pengereman pada kaliper depan:

$$P = \frac{50 \text{ Kg} \times \frac{13,7 \text{ cm}}{2,2 \text{ cm}}}{(0,785 \cdot 1,25^2 \text{ cm})} \times 0,785 \cdot 3^2 \text{ cm}$$

$$P = 50\text{Kg} \times \frac{13,7 \text{ cm}}{2,2 \text{ cm}} \times \frac{9 \text{ cm}}{1,56 \text{ cm}}$$

$$P = 50 \text{ Kg} \times 6,22 \times 5,76$$

$$P = 1794,23 \text{ Kg}$$

b. Gaya pengereman pada kaliper belakang:

$$P = \frac{50 \text{ Kg} \times \frac{13,7 \text{ cm}}{2,2 \text{ cm}}}{(0,785 \cdot 1,25^2 \text{ cm})} \times 0,785 \cdot 3^2 \text{ cm}$$

$$P = 50\text{Kg} \times \frac{13,7 \text{ cm}}{2,2 \text{ cm}} \times \frac{6,25 \text{ cm}}{1,56 \text{ cm}}$$

$$P = 50 \times 6,22 \times 2$$

$$P = 1244 \text{ Kg}$$

Perbandingan gaya pengereman kaliper depan dan kaliper belakang :

$$\text{Untuk depan} = \frac{1794,23}{3038,23} \times 100\% = 59\%$$

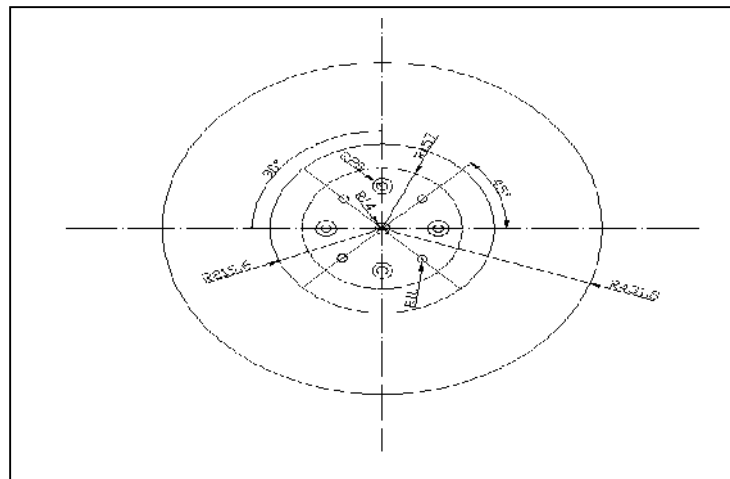
$$\text{Untuk belakang} = \frac{1244}{3038,23} \times 100\% = 40,9 = 41\%$$

$$\frac{59\%}{41\%} = 1,43 \quad : \quad \frac{41\%}{41\%} = 1$$

Jadi perbandingan kinerja roda depan dan roda belakang adalah 1,4 : 1

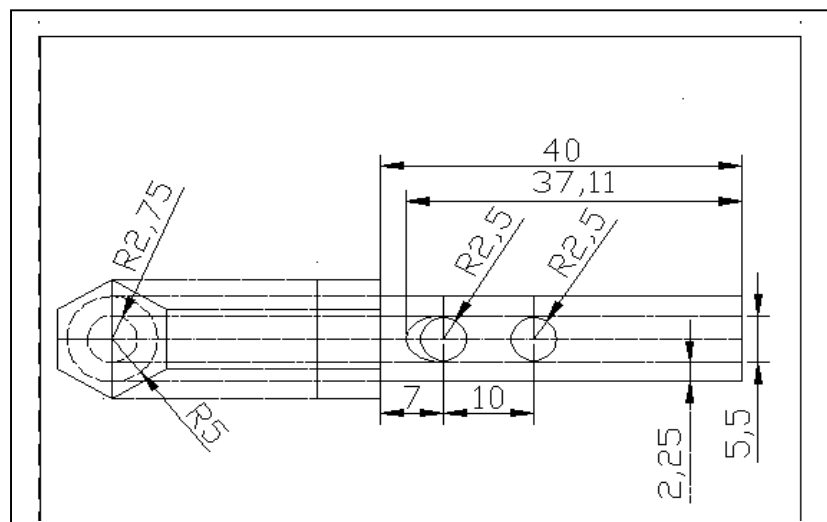
Komponen utama yang digunakan untuk mengaplikasikan *Combi Brake System* pada sepeda motor GL PRO 1995 sebagian besar masih menggunakan komponen yang sudah ada. Adapun komponen yang perlu di modifikasi atau diadakan yaitu :

1. Pembuatan lubang untuk dudukan *cakram* (piringan).



Gambar 15. Konsep Rancangan Pembuatan Lubang Dudukan *Cakram* Pada Tromol belakang.

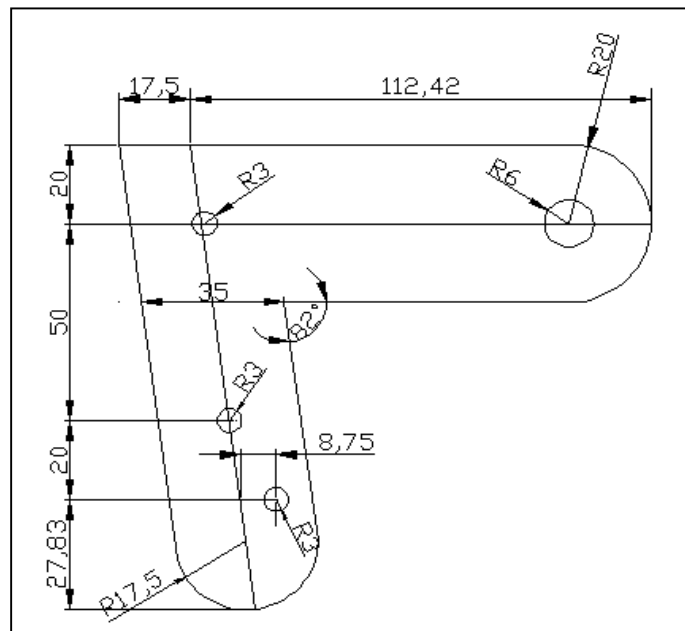
2. Pembuatan pengganti baut penyalur fluida.



Gambar 16. Konsep Rancangan Pengganti Baut Penyalur Fluida

Baut pengganti dibuat lebih panjang dari aslinya dimana baut aslinya mempunyai panjang 20 mm diganti dengan panjang baut 40 mm dan diameter baut yang sama yaitu 10 mm dikarenakan baut yang semula (standar) hanya bisa digunakan untuk satu selang, dengan dibuatnya baut lebih panjang agar selang yang nantinya sebagai penyalur fluida rem depan dan rem belakang dapat terpasang, baut tersebut tidak dijual di toko jadi baut tersebut perlu dibuat sendiri.

3. Membuat dudukan master rem belakang

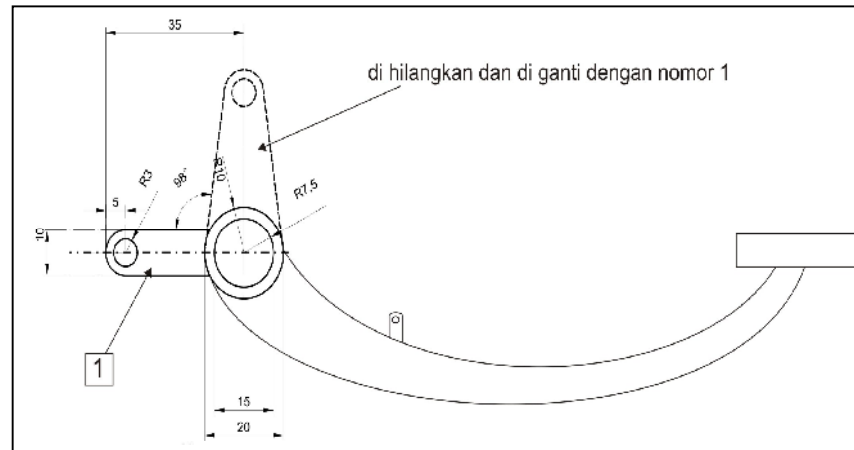


Gambar 17. Konsep Rancangan Dudukan Master Rem Belakang

Dudukan master rem belakang dibuat dari pelat dengan tebal 5 mm pada kedua ujung pelat tersebut diberi lubang berdiameter berbeda yaitu pada sisi atas berdiameter 12 mm dan pada sisi bawah berdiameter 6 mm untuk mengikat pada rangka kendaraan. Dengan dipasangnya baut

pengikat pada kedua ujung pelat tersebut dimaksudkan agar dapat terpasang dan menambah kekuatan pada pelat.

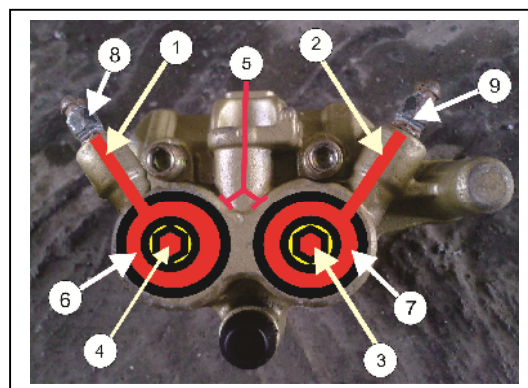
4. Pedal rem perlu perubahan pada tuas ayun



Gambar 18. Konsep Rancangan Pedal Rem Belakang.

Pedal rem menggunakan standar untuk menghemat pengeluaran, agar dapat difungsikan pedal rem ditambahkan pelat 5 mm (gambar 19 nomor 1) dan pelat yang semula digunakan untuk menarik rem tromol di hilangkan atau dipotong.

5. Perubahan pada kaliper belakang.



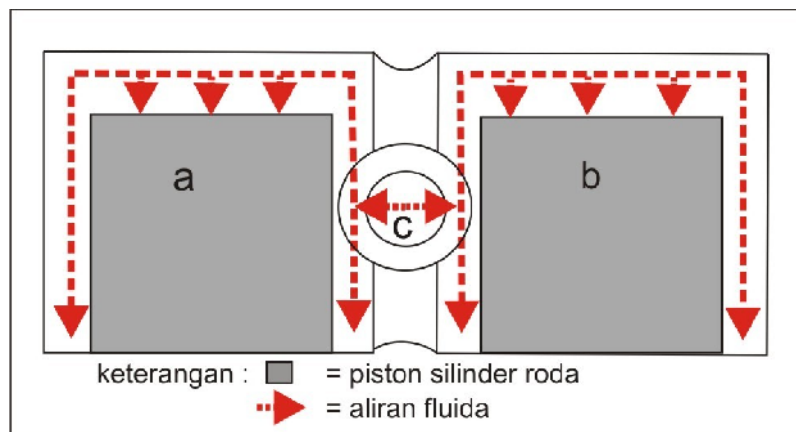
Gambar 19. Konsep Rancangan Modifikasi Kaliper

Keterangan:

1. Lubang buang udara piston satu.
2. Lubang buang udara piston dua.
3. Baut penyalur fluida pada piston dua.
4. Baut penyalur fluida pada piston satu.
5. Saluran fluida semula ditutup sehingga piston satu dan piston dua tidak saling berhubungan (dapat bekerja sendiri-sendiri).
6. Ruang fluida piston satu.
7. Ruang fluida piston dua.
8. Baut nipple piston satu.
9. Baut nipple piston dua.

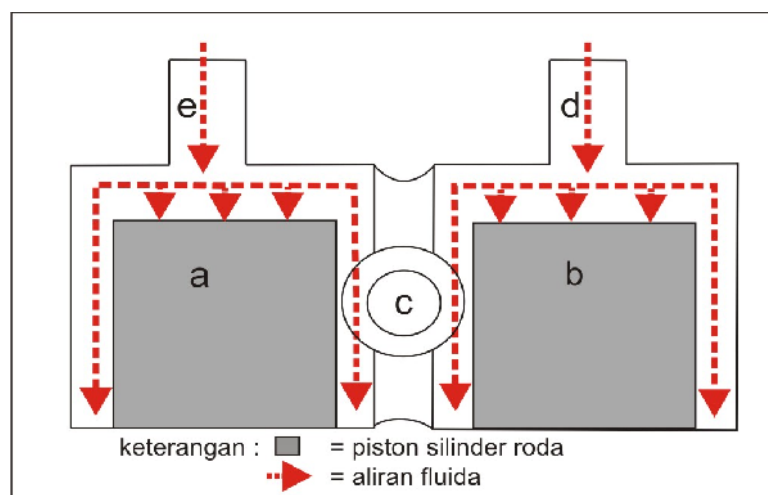
Modifikasi silinder roda dilakukan menggunakan jasa tukang las. Hal tersebut dikarenakan untuk merubah kerja piston ganda menjadi kerja piston tunggal perlu dilakukan beberapa tahap pengelasan dan pembubutan yang memakan waktu lama seandainya dilakukan sendiri. Berikut tahapan modifikasi kaliper.

1. Kaliper standar jenis piston ganda yang semula lubang intake fluida ada pada huruf (c) gambar 20 ditutup menggunakan las alumunium, intake fluida dipindah posisi tepat dibelakang piston (gambar 21 huruf d dan e) dan dijadikan piston yang semula melalui satu jalur kedua piston bergerak karena dorongan fluida menjadi terpisah, antara piston satu dan piston dua diberi jalur masing-masing agar memungkinkan piston dapat bekerja sendiri-sendiri.



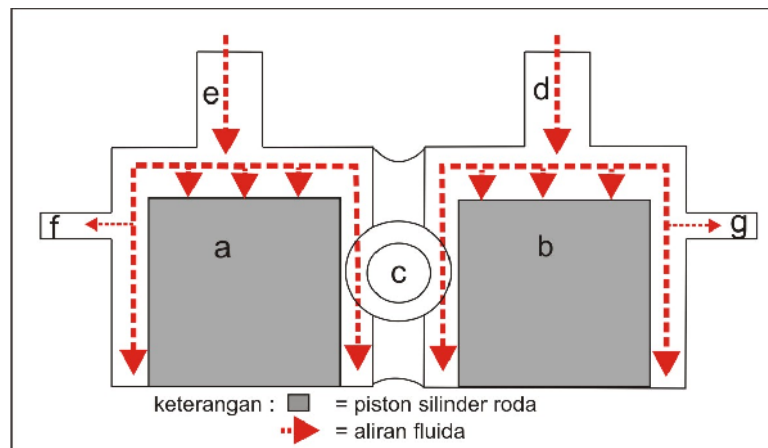
Gambar 20. Ilustrasi Kaliper sebelum dimodifikasi.

2. Intake fluida pada gambar 21 yang ditunjukan dengan huruf (d) dan (e) dibuat menggunakan alumunium cor dengan diameter lubang yang sama dengan lubang semula intake yang ditunjukkan huruf (c) agar tidak merubah baut penyalur fluida. Tinggi intake fluida disamakan dengan baut penyalur fluida (diukur dari panjang ulir). Lubang intake didrat atau dibuat berulir agar baut penyalur fluida dapat terpasang.



Gambar 21. Ilustrasi Kaliper setelah dipindah saluran fluidanya

3. Untuk mempermudah cara penyetelan rem, maka perlu adanya lubang buang udara yang nantinya digunakan untuk mengeluarkan udara yang ada didalam sistem, udara tersebut dapat mengganggu kinerja rem yang mengakibatkan rem tidak dapat beroperasi maksimal menekan *pad* rem sehingga rem tidak pakem.



Gambar 22. Ilustrasi Kaliper setelah ditambahkan lubang buang udara.

Lubang udara yang semula cuma satu dibuat dua, hal tersebut dikarenakan bilik piston telah dipisahkan antara piston satu dan piston dua tidak saling berhubungan, sehingga perlu lubang udara sendiri-sendiri. Lubang tersebut dibuat sama persis dengan yang sudah ada dengan menggunakan las alumunium. Lihat gambar 22 huruf (f) lubang buang angin yang sudah ada, sedangkan huruf (g) yang ditambahkan.



Gambar 23. Hasil Modifikasi Kaliper Belakang.

B. Kalkulasi Biaya

Kalkulasi biaya pengadaan dan jasa pembuatan rem cakram dengan teknologi *Combi* dapat ditabulasikan sebagai berikut :

Tabel 3. Kalkulasi Biaya Pembuatan rem cakram dengan teknologi *Combi*.

No	Nama alat/bahan	Jumlah	Harga (Rp)	Keterangan
1	Set cakram belakang Suzuki Satria R 120	1	250.000,00	Pengadaan sendiri
2	Selang minyak rem variasi	1	125.000,00	Pengadaan sendiri
3	Baut Ø 14	2	2.000,00	Pengadaan sendiri
4	Mur dan baut Ø 12	6	6.000,00	Pengadaan sendiri
5	Mur dan baut Ø 10	10	4.000,00	Pengadaan sendiri
6	Minyak rem	1	17.000,00	Pengadaan sendiri
7	Cat semprot	1	17.000,00	Pengadaan sendiri
8	Modifikasi kaliper belakang	1	75.000,00	Jasa tukang las
9	Sil master rem depan	1	48.000,00	Pengadaan sendiri
10	Elektroda diameter 3 mm	4	20.000,00	Pengadaan sendiri
11	Pembelian pelat 5 mm P20 cm x L20 cm	1	20.000,00	Pengadaan sendiri
TOTAL			584.000,00	

C. Rencana Jadwal Kerja

Agar hasil pembuatan alat dapat selesai dengan target yang diinginkan maka dalam pembuatan dalam jangka waktu 4 bulan dengan susunan sebagai berikut:

Tabel 4. Rencana Kerja

No	Kegiatan	Bulan																			
		Mei 2011				Juni 2011				Juli 2011				Agustus 2011				September 2011			
		IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV			
1.	Menentukan desain <i>Combi Brake System</i>	√	√																		
2.	Membeli komponen – komponen yang diperlukan			√	√																
3.	Pembuatan alat					√	√	√													
4.	Proses perakitan								√	√	√										
5.	Pengujian kerja system											√	√	√							
6.	Pembuatan laporan															√	√	√			

D. Rencana Modifikasi

Dalam pembuatan CBS (*Combi Brake system*) ini telah dilakukan rencana yang sudah tersusun sesuai apa yang akan diharapkan. Dalam pelaksanaan pembuatannya dilakukan beberapa tahap, mulai dari merancang desain gambar memodifikasi master rem dan kaliper, kemudian pengadaan bahan-bahan dan juga alat-alat yang diperlukan dalam CBS. Untuk lebih jelasnya langkah pembuatan ini terbagi menjadi beberapa tahap, diantaranya :

1. Membuat desain gambar CBS.
2. Membeli bahan-bahan yang diperlukan.
3. Membeli alat-alat yang diperlukan yang belum tersedia.
4. Membuat lubang untuk memasang damperudukan *cakram* belakang.

5. Memodifikasi kaliper belakang untuk CBS. Pembuatan atau modifikasi kaliper belakang tidak bisa dilakukan sendiri dikarenakan pengelasan alumunium, pembubutan, pengedratian, sehingga perlu bantuan bengkel bubut.
6. Membuatudukan master rem belakang.
7. Merakit semua komponen.
8. Mengecek kerja sistem.
9. Melakukan penyelesaian alat untuk menyempurnakan dan merapikan bagian-bagian yang belum rapi.
10. Menguji kerja sistem.

E. Rencana Pengujian Modifikasi

Dalam perencanaan pengujian ini dilakukan dengan pengujian fungsional alat.

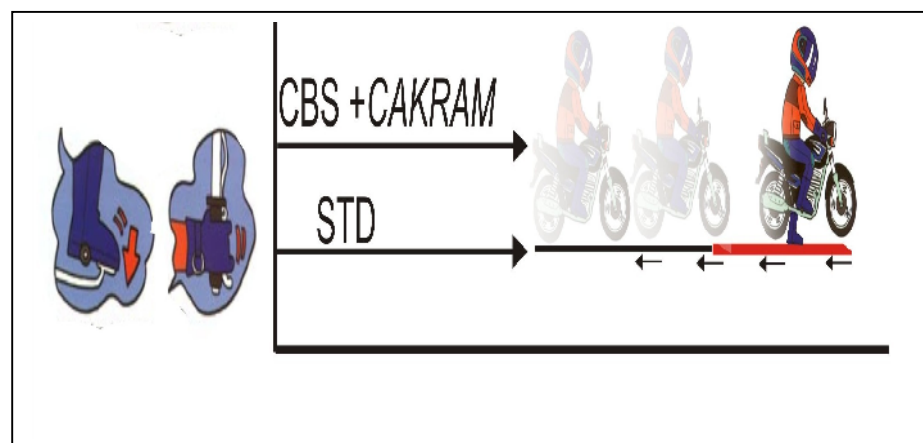
Pada dasarnya pengujian fungsional alat ini dilakukan untuk mengetahui kerja masing-masing komponen dan memastikan komponen tersebut bekerja dengan baik menghentikan putaran roda.

Pengujian dilakukan di luar kampus dengan mempertimbangkan segi keamanan dan kelayakan jalan. Pada pengujian ini akan diambil data perbandingan antara rem CBS ditambah rem *cakram* belakang (modifikasi) dibandingkan dengan rem depan *cakram* (standar) ditambah rem belakang tromol (standar) dimana data tersebut meliputi kecepatan sepeda motor, jarak pengereman dan penggunaan rem.

Metode pengukuran jarak pengereman yang pertama dilakukan adalah memberi tanda garis sebagai tanda dimulai pengereman. Sepeda motor dikendarai beberapa kali menggunakan kecepatan konstan 20 km/jam, 40 km/jam, dan 60 km/jam dan dilakukan pengereman dari garis batas dimulainya pengereman dengan penekanan rem secara penuh. Perolehan jarak pengereman diukur menggunakan meteran dari garis batas dimulainya pengereman sampai posisi sepeda motor berhenti.



Gambar 24. Alat Ukur Jarak Per Satuan Meter



Gambar 25. Ilustrasi Metode Pengereman

Data yang diambil akan dimasukkan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 5. Pengujian Rem Depan Cakram (Standar) Ditambah Belakang Tromol (Standar) dibandingkan dengan Rem CBS Ditambah Rem *Cakram* Belakang (Modifikasi).

Kecepatan	Data Jarak Pengereman		Persentase (B – A) x 100%.	Keterangan
	(A) CBS + Cakram Belakang	(B) Cakram Depan + Tromol Belakang		
20 Km/Jam				
40 Km/Jam				
60 Km/Jam				

Untuk mendapat hasil presentase antara rem standar dengan CBS dapat digunakan rumus $(B - A) \times 100\%$. Contoh perhitungan presentase :

Diketahui A = 6 m, B = 6,3 m

Jawab : $(B - A) \times 100\%$

$$(6,3 - 6) \times 100\% = 30\%$$

Jadi B lebih baik 30% dari pada A.

BAB IV

PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

A. Proses dan Hasil Pembuatan Alat

Setelah semua konsep perancangan modifikasi selesai, maka langkah selanjutnya adalah proses modifikasi. Sebelum memulai proses modifikasi terlebih dahulu harus mempersiapkan bahan-bahan yang diperlukan :

1. Satu set *cakram* belakang Suzuki Satria 120 R
2. Pelat tebal 5 mm panjang 200 mm, lebar 200 mm
3. Selang minyak rem 2 m
4. Minyak rem
5. Baut penyalur fluida (yang telah dimodifikasi)
6. Seel master rem
7. Mur, baut
8. Cat dan kelengkapannya

Berikut ini adalah urutan proses pemasangan rem Cakram dengan teknologi CBS.

1. Proses pembuatan

- a. Membuatudukan pengikat master rem pada rangka sebelah kanan.
Saat pemasangan, menyesuaikan posisi master rem agar tidak terganggu *swing arm* saat peranti itu bergerak naik turun, untuk itu dipasang menggunakan pelat tebal 5 mm (gambar 26).



Gambar 26. Dudukan Master Rem Belakang.

- b. Membuat pendorong master rem, memanfaatkan pedal rem belakang standar (gambar 27) dengan cara, memotong bagian belakang pedal rem, kemudian disambung peranti itu dengan pelat besi dengan tebal 5 mm panjang 30 mm lebar 15 mm. Penambahan pelat dengan cara di las menggunakan las listrik dengan diameter elektroda 3 mm, kekuatan mesin las 900 A dan jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh $\frac{1}{2}$ X.



Gambar 27. Tuas Pendorong Master Rem Belakang.

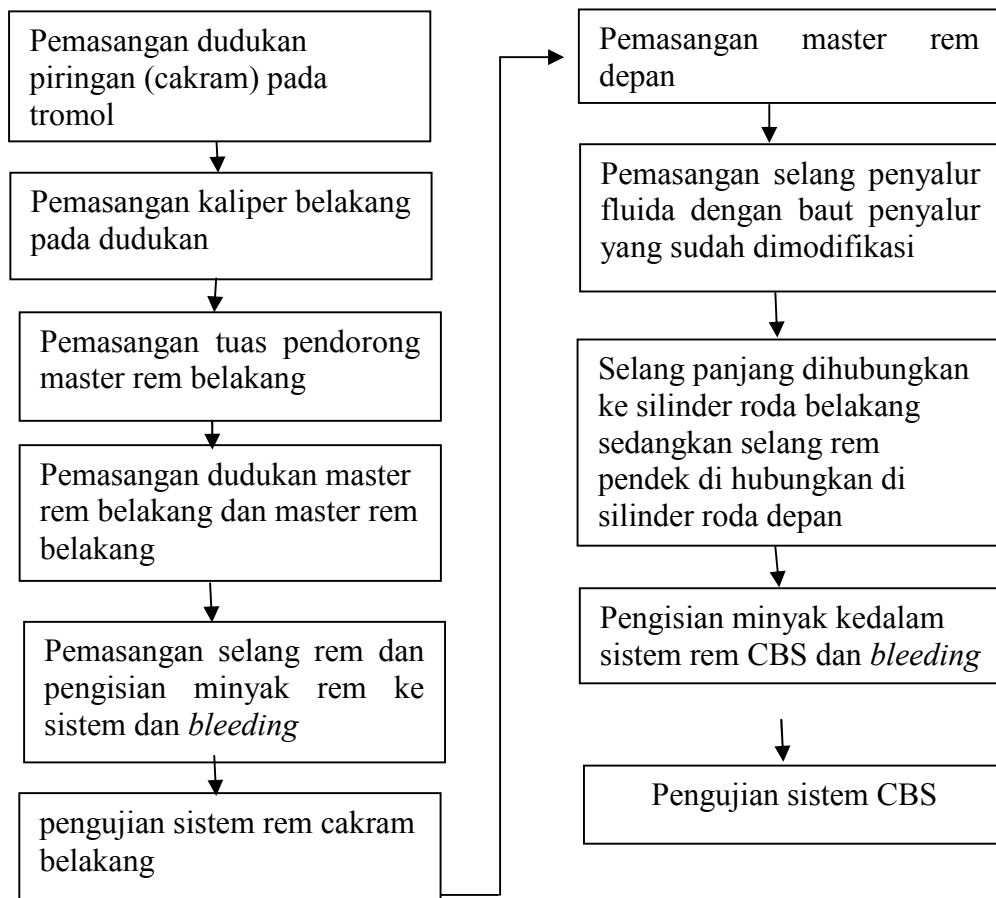
- c. Membuat baut penyalur fluida untuk master rem depan, baut yang digunakan adalah baut berdiameter 10 mm dan mempunyai panjang 40 mm. Pada sisi samping di bor dua lubang ber diameter 3,5 mm dan pada sisi tengah baut pengeboran juga dilakukan sampai batas kepala baut dengan diameter mata bor 5 mm sehingga lubang sisi samping dan tengah saling berhubungan.



Gambar 28. Hasil Modifikasi Baut Master Rem.

2. Proses perakitan

Perakitan dilakukan setelah pembuatan dudukan master rem, pengerjaan kaliper pembuatan lubang untuk pemasangan dudukan piringan dan pembuatan tuas pendorong selesai, dilanjutkan dengan proses perakitan perangkat CBS. Berikut urutan perakitan *Combi Brake System* :



Gambar 29. Diagram Alur Perakitan CBS.

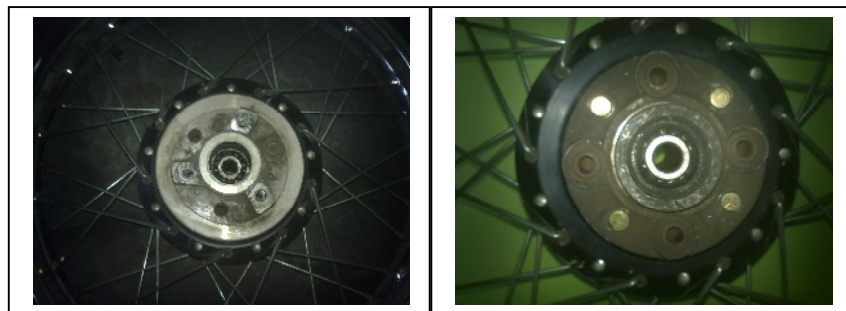
Berikut gambar proses pemasangan dengan beberapa keterangan singkat :

- a. Melepas roda belakang dan rumah kanvas rem. Bagian tromol roda dilubangi sampai tembus ke sisi kiri rumah *gear* sebanyak 4 titik. Posisi lubang pada tromol harus disesuaikan dengan lubang damper dudukan *cakram* dengan diameter lubang 8 mm (gambar 31).



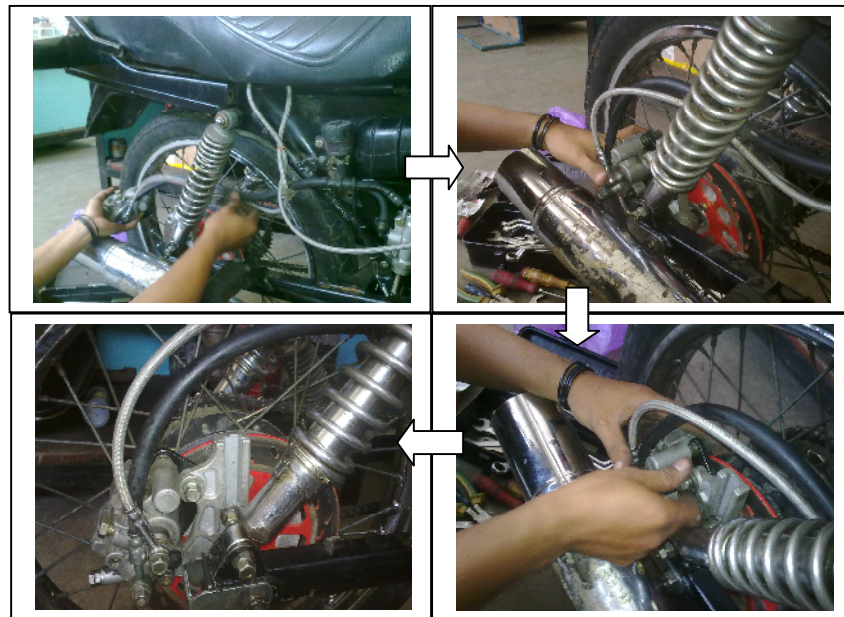
Gambar 30. Damper dudukan cakram.

- b. Merakit damper dudukan *cakram* beserta cakram dengan 4 baut dan mur pengikat ukuran 8 mm sepanjang kurang lebih 12 cm di teromol sebelah kanan dilanjutkan memasang piringan.

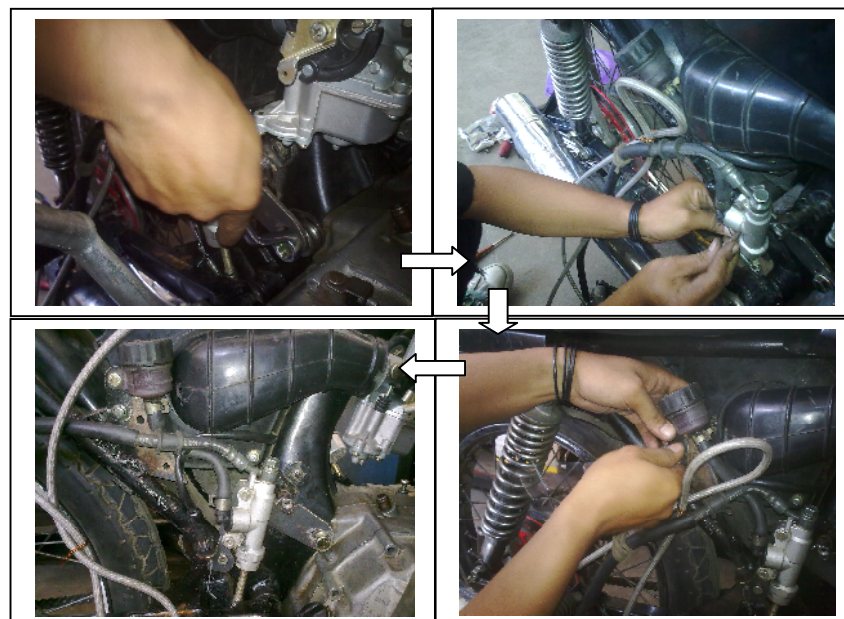


Gambar 31. Pemasangan Damper Dudukan Cakram.

- c. Memasang kaliper belakang dengan baut ukuran 8 mm, pada pemasangan kaliper ini selang rem diusahakan sudah terpasang pada kaliper untuk memudahkan dalam pengaturan posisi selang.



Gambar 32. Pemasangan Kaliper Belakang Pada Dudukannya.

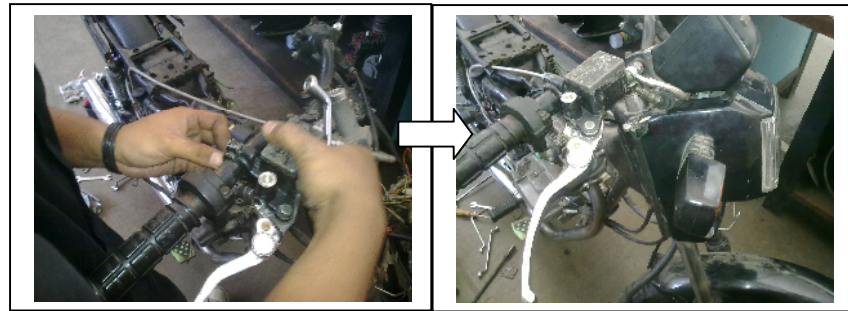


Gambar 33. Pemasangan Master Rem Belakang.

- d. Memasang master rem belakang (gambar 33). Sebelum pemasangan master rem dudukan perlu di pasang terlebih dahulu dilanjutkan memasang tabung resorvir pada rangka sepeda motor dan dibautkan

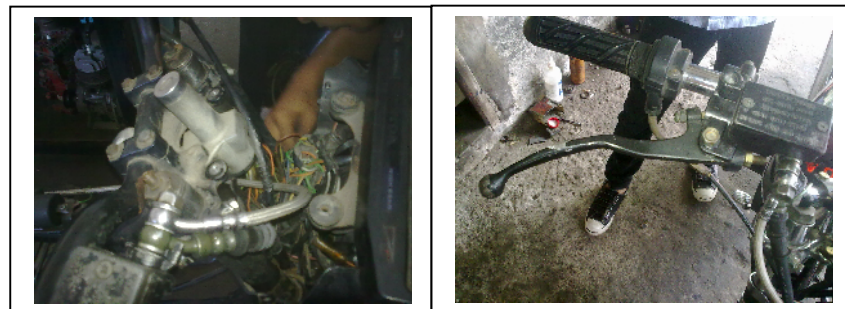
pada rangka menggunakan baut berdiameter 6 mm dilanjutkan pemasangan selang rem untuk cekram belakang.

- e. Memasang master rem depan, pemasangan rem depan yang dilakukan adalah menempelkan master rem depan pada posisi setang sebelah kanan kemudian dilanjutkan dengan memasang alumunium pengunci dan yang terakhir adalah memasang baut dan mengencangkannya (gambar 34).

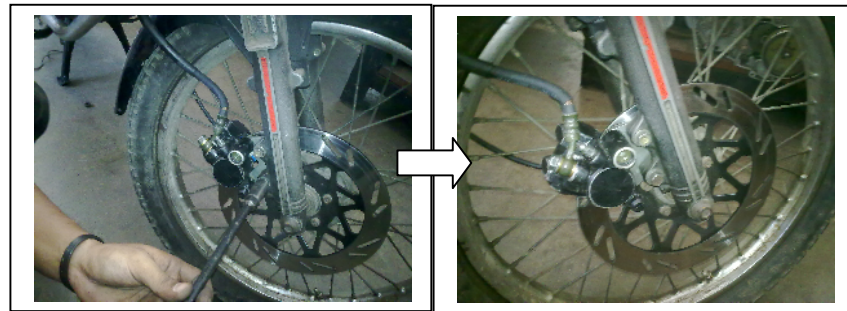


Gambar 34. Pemasangan Master Rem Depan.

- f. Memasang baut penyalur fluida pada master rem depan, untuk pemasangan ini selang dirangkap dengan urutan ring selang rem depan, ring, selang rem untuk belakang, ring. Ring yang dimaksudkan adalah ring sebesar diameter baut yang terbuat dari bahan logam lunak seperti alumunium atau kuningan yang berfungsi untuk pengantisipasi minyak rem agar tidak keluar dari jalur (tidak bocor) lihat gambar 35.



Gambar 35. Pemasangan Baut Master Rem Depan.



Gambar 36. Pemasangan Kaliper Depan.

- g. Memasang kaliper depan lihat gambar 36, pemasangan ini dilakukan dengan memposisikan kaliper pada dudukan yang ada dilanjutkan dengan memasang baut berdiameter 8 mm dan mengencangkannya dengan kunci T 12.



Gambar 37. Proses *bleeding* CBS.

- h. Proses *bleeding*, *bleeding* adalah suatu proses dimana udara yang ada pada sistem rem di keluarkan diganti dengan minyak rem (gambar 37). Udara yang ada dalam sistem di keluarkan melalui lubang buang angin yang ada pada kaliper.
- i. Kemudian yang terakhir adalah pengujian.

3. Pengerjaan akhir

Pengerjaan akhir dilakukan setelah proses perakitan selesai dilakukan. Adapun proses pengerjaan akhir alat adalah dengan mengecek

kembali kekurangan yang masih ada dan merapikan tata letak perangkat CBS.

B. Proses Pengujian

Untuk mengetahui hasil kerja komponen dari sistem, pengujian perlu dilakukan dan memastikan komponen tersebut bekerja dengan baik menghentikan putaran roda. Pada pengujian ini melibatkan tiga orang diantaranya Satu orang peneliti (mahasiswa), dua orang mekanik sebagai penguji kendaraan dan pencatat data (mekanik ASC).

Pengujian dilakukan di luar kampus dengan mempertimbangkan segi keamanan dan kelayakan jalan. Pada pengujian ini akan diambil data perbandingan antara rem CBS dengan rem standar sepeda motor dimana data tersebut meliputi kecepatan sepeda motor, jarak pengereman dan penggunaan rem maka dari itu diperlukan tes jalan (*Test Drive*). Untuk itu diperlukan beberapa persiapan antara lain:

1. Mempersiapkan kendaraan yang digunakan tentunya telah dipasang perangkat CBS.
2. Peneliti menerangkan cara kerja dari sistem CBS pada mekanik.
3. Mekanik I melakukan pengujian.
4. Mekanik II mencatat data jarak, penggunaan rem dan kecepatan.

C. Hasil pengujian

Metode pengukuran jarak pengereman yang pertama dilakukan adalah memberi tanda garis sebagai tanda dimulai pengereman. Sepeda motor dikendarai beberapa kali menggunakan kecepatan konstan 20

km/jam, 40 km/jam, dan 60 km/jam dan dilakukan pengereman dari garis dimulainya pengereman dengan penekanan rem secara penuh. Perolehan jarak pengereman diukur dari garis batas dimulainya pengereman sampai posisi sepeda motor berhenti. Pengambilan data diulang dua kali dan hasil yang yang paling baik di masukkan pada tabel. Berikut data diambil dari proses pengujian

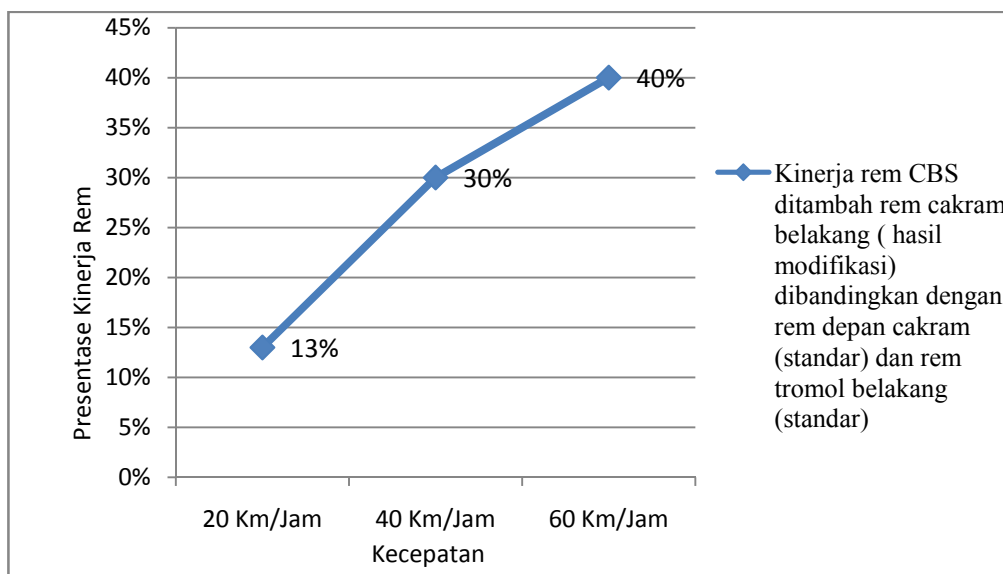
Tabel 6. Hasil Pengujian Rem Depan Cakram (Standar) Ditambah Belakang Tromol (Standar) dibandingkan dengan Rem CBS Ditambah Rem *Cakram* Belakang (Modifikasi).

Kecepatan	Data Jarak Pengereman		Persentase (B – A) x 100%	Keterangan
	(A) CBS + Cakram Belakang	(B) Cakram Depan + Tromol Belakang		
20 Km/Jam	1,20 m	1,33 m	$(1,33 - 1,20) \times 100\% = 13\%$	Lebih baik CBS
40 Km/Jam	5,67 m	5,97 m	$(5,97 - 5,67) \times 100\% = 30\%$	Lebih baik CBS
60 Km/Jam	13,40 m	13,80 m	$(13,80 - 13,40) \times 100\% = 40\%$	Lebih baik CBS

Dari data di atas dapat diketahui :

- 1) Pada kecepatan 20 Km/Jam rem CBS lebih baik dari rem standar 13%.
- 2) Pada kecepatan 40 Km/Jam rem CBS lebih baik dari rem standar 30%.
- 3) Pada kecepatan 60 Km/Jam rem CBS lebih baik dari rem standar 40%.

Kinerja rem hasil modifikasi lebih baik dari pada rem standar, apabila digambar dalam bentuk diagram dapat dilihat pada gambar 38.



Gambar 38. Diagram Kinerja Rem Hasil Modifikasi Dibandingkan Dengan Rem Standar.

D. Pembahasan

Dalam modifikasi rem tromol menjadi *cakram* dengan aplikasi *combi brake system* ada beberapa hal yang perlu dibahas antara lain :

1. Kemampuan rem hasil modifikasi dibandingkan dengan rem standar :

Kinerja rem CBS ditambah rem *cakram* belakang (modifikasi) dibandingkan dengan rem depan *cakram* (standar) dan rem tromol belakang (standar), pada kecepatan 20 km/jam kinerja CBS lebih baik 13% dibandingkan dengan rem depan *cakram* (standar) dan belakang tromol. Pada kecepatan 40 km/jam kinerja rem CBS ditambah rem *cakram* belakang lebih baik 30% dibandingkan dengan depan *cakram* (standar) dan belakang tromol. Pada kecepatan 60 km/jam kinerja rem CBS ditambah rem *cakram* belakang juga meningkat sebesar 40%. Hal ini membuktikan bahwa setiap kecepatan kendaraan meningkat maka kemampuan pengereman rem CBS ditambah rem *cakram* belakang

semakin baik dibandingkan dengan depan *cakram* (standar) dan belakang tromol.

2. Master rem menggunakan rem standar, master rem lebih baik menggunakan yang lebih besar ukuran pistonnya di karenakan kemampuan serta ukuran piston sangat berpengaruh terhadap tekanan, dalam praktiknya penekanan *handle* rem lebih dalam untuk mendapatkan kemampuan pengereman yang lebih pakem, apabila digunakan master rem tersebut anggaran yang di keluarkan semakin besar maka, digunakan *handle* rem yang dapat diatur jaraknya agar tidak terlalu dalam untuk menarik *handle* rem.
3. Pengerjaan proyek akhir melebihi waktu rencana yaitu empat bulan. Pengerjaan yang membutuhkan tambahan waktu yaitu proses perancangan alat, hal tersebut disebabkan ada beberapa kendala pada penentuan kerja rem CBS, pemposisian alat terhadap kendaraan, persiapan bahan dan desain alat selain itu dari proses perancangan ada juga kendala dari obyek yang dikerjakan tidak diperbolehkan menggunakan kendaraan milik sendiri tetapi menggunakan kendaraan kampus dan perlunya mengurus surat izin agar obyek dapat dikerjakan.
4. Kelebihan dan kekurangan rem CBS hasil modifikasi dibandingkan dengan CBS Vario:
 - a. Kelebihan
 - 1) CBS Vario masih mengaplikasikan kawat untuk menggabungkan *hendle* rem depan dan *hendle* rem belakang.

kemungkinan kawat tersebut bisa putus. Sedangkan CBS hasil modifikasi mengaplikasikan sistem hidrolis sehingga tidak dikhawatirkan kawat rem akan putus.

- 2) CBS Vario masih menggunakan rem belakang tromol, sedangkan CBS hasil modifikasi menggunakan rem belakang *cakram* sehingga pada saat penggantian kanvas rem lebih mudah tidak perlu melepas roda.
- 3) CBS hasil modifikasi lebih menguntungkan pada keadaan jalan menikung yang terdapat pasir. Pasir kering di jalan mengurangi traksi dan dapat menyebabkan motor untuk geser atau selip ditambah lagi pengendara bisa jatuh karena bersamaan dengan pengereman yang mendadak untuk menyeimbangkan motor. Pada jalan kondisi tersebut pengereman lebih diutamakan menggunakan rem belakang dari pada rem depan. Apabila pengendara menggunakan rem depan, dapat membahayakan keselamatan pengendara. Sedangkan pada CBS Vario rem belakang berhubungan langsung dengan rem depan sehingga pada saat pengereman belakang berlangsung, bersamaan itu rem depan terjadi pengereman. Hal itu dapat membahayakan keselamatan pengendara. Perlu diketahui pengereman dengan rem depan memiliki titik pengereman yang jauh lebih dekat dibanding rem belakang.

- 4) CBS hasil modifikasi menggunakan sistem hidrolis yang lebih ringan dalam pengoperasian rem dibandingkan dengan CBS Vario yang menggunakan mekanis dan hidrolis.

b. Kekurangan

- 1) Porsi pengereman CBS hasil modifikasi tidak bisa di ubah-ubah sedangkan pada Honda Vario porsi pengereman dapat diatur.
- 2) CBS hasil modifikasi yang menggunakan sistem hidrolis pada kedua rem sehingga rawan kebocoran hidrolis pada kedua rem sedangkan pada CBS honda Vario hanya menggunakan satu hidrolis yaitu pada rem depan sehingga resiko kebocoran hanya pada bagian rem depan.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan perancangan, proses pembuatan, dan pengujian aplikasi *Combi Brake System* pada sepeda motor Honda GL PRO dapat disimpulkan:

1. Aplikasi rem tromol menjadi rem *cakram* pada sepeda motor Honda GL PRO perlu adanya perubahan-perubahan pada tromol belakang yaitu dudukan kanvas rem tromol (tutup tromol) diganti dengan dudukan piringan dengan cara membuat lubang tembus dari sisi kiri sebagai penahan dudukan piringan agar tidak ikut berputar kemudian membuat dudukan untuk master rem belakang dan memodifikasi pedal rem yang semula difungsikan untuk menarik tuas rem tromol dijadikan sebagai pendorong master rem belakang.
2. Langkah modifikasi *combi brake system* pada kaliper belakang dilakukan dengan merubah kerja piston ganda pada kaliper menjadi kerja piston tunggal dan mengganti baut penyalur fluida pada bagian master rem depan dengan baut yang telah dimodifikasi agar selang penyalur fluida dapat dirangkap sehingga pada masing-masing kaliper mendapat selang penyalur fluida sendiri-sendiri dengan begitu satu master rem dapat menyalurkan fluida pada pada kaliper depan dan kaliper belakang.

3. Proses modifikasi *combi brake system*. Modifikasi dimulai dari pembuatan pengganti baut penyalur fluida pada master rem depan yaitu menggunakan baut berdiameter 10 mm dengan panjang 40 mm diberi lubang seperti baut penyalur fluida aslinya, memodifikasi kaliper belakang yang berjenis piston ganda yaitu kerja piston pada kaliper dijadikan kerja piston tunggal kemudian pemindahan lubang intake fluida pada masing-masing piston dan penambahan lubang buang angin pada piston yang belum terdapat lubang buang angin, dilanjutkan dengan proses pemasangan dimulai dari pemasangan selang pada kaliper belakang dan kaliper depan kemudian, master rem depan, pengisian minyak rem pada master rem depan, proses *bleeding* dan yang terakhir pengujian kinerja rem
4. Hasil modifikasi rem ini secara kinerja dan fungsi lebih baik dari rem standarnya. Kinerja rem masih dapat dimaksimalkan yaitu dengan cara mengganti master rem yang mempunyai diameter piston lebih besar dan menggunakan semua komponen yang *original*. Menurut hasil pengujian: Aplikasi rem CBS ditambah rem *cakram* belakang menunjukkan kinerja 40% lebih baik dibandingkan dengan rem depan *cakram* (standar) ditambah rem belakang tromol (standar) pada kecepatan 60 km/jam dan apabila kecepatan semakin ditingkatkan maka kinerja rem CBS ditambah rem belakang *cakram* akan semakin meningkat juga. Demikian hasil modifikasi rem tromol menjadi

cakram dengan aplikasi teknologi CBS, lebih baik daripada rem *cakram* ataupun rem tromol.

B. Keterbatasan Alat

Ada pula yang dialami dalam pembuatan proyek akhir ini, baik waktu finansial, sumber daya manusia, fasilitas alat dan sebagainya maka terdapat beberapa kekurangan terhadap perangkat CBS:

1. Pengaplikasian komponen *non original*, apabila menggunakan komponen rem yang *original* anggaran tidak mencukupi.
2. Pengukuran terhadap tromol belakang tidak dapat dilakukan dengan alat ukur terkendala alat ukur yang tidak ada. Pengukuran dilakukan secara manual sehingga pemasangan dudukan (damper) piringan belakang kurang presisi yang menimbulkan piringan belakang sedikit oleng.

C. Saran

Dalam modifikasi rem CBS masih terdapat banyak kekurangan, maka disarankan :

1. Kompenen yang digunakan dalam CBS ini *non original* jadi ketahanan komponen kurang baik. Untuk hasil yang lebih baik digunakan komponen asli (*original/genuine*).
2. Pemasangan dudukan *cakram* belakang diukur lebih cermat agar presisi walaupun secara manual dan gunakan jenis piringan yang *original* sehingga terjamin kualitas dan bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Eliaputra, Ardi. (2008). *Kupas Tuntas Combined Brake System (CBS) Dan Parking Brake Lock (Fitur Unggulan Vario CBS Techno)*.
<http://endemania4ever.blogdetik.com/>, (dikunjungi, 01 Agustus 2011 jam 09:00)
- Team Toyota (1995). *Step 2 Materi Pembelajaran Chassis Group*. Jakarta : PT. Toyota – Astra Motor
- Team Ahass Bintang Motor, (2009). *Cara Kerja Combi Brake*.
<https://ahass.wordpress.com/tag/combi-brake/>, (dikunjungi, 12 September 2011).
- Team Astra Honda Motor, *Pelatihan Mekanik Tingkat II Perawatan Perbaikan Sistem Rangka*, Astra Honda Training Centre. Jakarta : PT. Astra Honda Motor
<http://triclaksono.files.wordpress.com/2012/07/b5-perawatan-perbaikan-sistem-rangka1.pdf> , (dikutip, 8 Agustus 2012 jam 23:30).
- Team Astra Honda Motor. (2008). *Kupas Tuntas Combined Brake System (CBS) Dan Parking Brake Lock (Fitur Unggulan Vario CBS Techno)* PT Astra Honda Motor, <http://www.astra-honda.com>
- Hidayat, Sadri. (2009). *Definisi Rem*. <http://sadrihidayat.blogspot.com/>, (dikunjungi 28 Agustus 2011 jam 01:10).
- Didikh Suryana, Djaindar Sidabutar. (1978). *Petunjuk Praktek Las Asetilen Dan Las Listrik*. Jakarta: PT. Intisa.
- Handiyaz. (2010). *Pengujian Sistem Rem*. <http://handiyaz.wordpress.com/2010/02/15/pengujian-sistem-rem/>, (dikunjungi, 4 Juni 2012 jam 22:00).
- Risqi, Mohammad. (2010). *Mengenal oli rem*. <http://teknologi.kompasiana.com/otomotif/2010/11/02/mengenal-oli-rem-brake-fluid/>, (dikunjungi, 28 Agustus 2011 jam 10:45)
- (Anonim, 2010. *Pengertian Modifikasi*, repository.upi.edu/operator/upload/s_jkr_0705121_chapter2.pdf, dikunjungi 1 Agustus 2012 jam 22 : 00)
- (Anonim, 2010. *Berkendara Sepeda Motor Aman Ala Cewek-Cewek Suzuki (6)*.
id-id.facebook.com/notes/...sepeda-motor.../156080091100960,
dikunjungi 24 September 2012 jam 05:08).
- (Anonim, 2011. <http://candratri9.blogspot.com/2011/01/prinsip-rem.html>,
dikunjungi, 01 November 2011 jam 15:30).
- (Anonim, 2012. <http://www.hidupaman.com/index.php/honda-vario-techno-combi-brake.html>, dikunjungi, 01 Januari 2012 jam 11:13).

Hend.(2012). [http://motorplus.otomotifnet.com/read/2011/04/08/317991/53/14/
Jalan_Berpasir_Rem_Depan_Atau_Belakang_](http://motorplus.otomotifnet.com/read/2011/04/08/317991/53/14/Jalan_Berpasir_Rem_Depan_Atau_Belakang_)

Tim Fakultas Teknik UNY. (2003) *Pedoman Proyek Akhir*. Yogyakarta : Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

LAMPIRAN

LEMBAR PENGUJIAN CBS

Petunjuk pengujian :

Responden dimohon terlibat dalam pengujian (menguji secara langsung) hasil pengujian ditulis pada kolom yang disediakan, Metode pengukuran jarak pengereman yang pertama dilakukan adalah memberi tanda garis sebagai tanda dimulai pengereman. Sepeda motor dikendarai beberapa kali menggunakan kecepatan konstan 20 km/jam, 40 km/jam, dan 60 km/jam dan dilakukan pengereman dari garis batas dimulainya pengereman dengan penekanan rem secara penuh. Perolehan jarak pengereman diukur dari garis batas dimulainya pengereman sampai posisi sepeda motor berhenti.

Kecepatan	Data Jarak Pengereman		Persentase (B-A)x100%	Keterangan
	(A) CBS + Cakram Belakang	(B) Cakram Depan + Tromol Belakang		
20 Km/Jam	1,20 m	1,33 m	13%	Lebih baik
40 Km/Jam	5,67 m	5,97 m	30%	Lebih baik
60 Km/Jam	13,40 m	13,80 m	40%	Lebih baik

Hasil uji kinerja tersebut dinilai (~~*Tidak lebih baik~~/Lebih baik) dari rem standarnya. Dengan demikian maka rem tersebut (~~*Tidak Layak~~/Layak) untuk digunakan.

Mekanik I

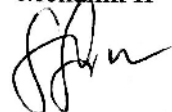


Yuli Handita Fajar

Mekanik ATC Universitas Negeri Yogyakarta

Yogyakarta, 12 Mei 2012

Mekanik II



Sigit Widodo

NIM : 08509131023

(* Coret yang tidak perlu



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00

27 Maret 2008

Nama Mahasiswa Hasnul Rokhandy
No. Mahasiswa 08509131009
Judul PATA/S Modifikasi Rem Tromol Pada Honda GL PRO Menjadi Rem *Cakram*
Dengan Aplikasi Teknologi CBS (*Combi Brake System*)
Dosen Pembimbing Beni Setya Nugraha, M.Pd

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Selasa 17/1 2012	Bab I	Latx flk pakuat	
2				
3	Jum'at 27/01-2012	Bab I	Bertifikasi desain analisis	
4		Bab II	- laporan	
5			- Kaji teori & sumber terpercaya	
6	Rabu 01/02-2012	Bab II	- teori bukaan rancangan.	
7			- Tambahkan teori CBS	
8			- Mulai menulis Bab III	
9	Jum'at 03-02-2012	Bab III	- Konsep rancangan bagian	
10			gpr kura komponen yg	

Keterangan:

- 1 Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali, Kartu ini boleh dicopy
 - 2 Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PATA/S
- 8 Maret 2012
- Kelulusan bimbingan: - Komponen Achas
- Bagan pengesahan



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa Hasnul Rokhandy
No. Mahasiswa 08509131009
Judul PA/TAS Modifikasi Rem Tromol Pada Honda GL PRO Menjadi Rem *Cakram*
 Dengan Aplikasi Teknologi CBS (*Combi Brake System*)
Dosen Pembimbing Beni Setya Nugraha, M.Pd

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Rabu 23-02-2012	Bab II	- Gambar Kerja diperbaiki	
2			(penggunaan standar qbr teknik)	
3			- Rencana pengujian & pelaksanaan	
4			tahapannya.	
5	Kamis 1/03-12	Bab II	- judul kegiatan realitis /logis	
6			- Metode /tahap pengujian	
7			slaporkan	
8			- Analisis /Rancangan kekuatan bahan.	
9	Rabu 6/03-12	Bab III	- Alasan 2 pemilihan komponen	
10			(faktor kekuatan, Rasio CBS, harga)	

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali, Kartu ini boleh dicopy.
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PA/TAS



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00

27 Maret 2008

Nama Mahasiswa Hasnul Rokhandy
No. Mahasiswa 08509131009
Judul PA/TAS Modifikasi Rem Tromol Pada Honda GL PRO Menjadi Rem *Cakram*
Dengan Aplikasi Teknologi CBS (*Combi Brake System*)
Dosen Pembimbing Beni Setya Nugraha, M.Pd

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Kamis 8/4-12	bab III	Rancangan sketsa perancangan	
2			yg rasional / logis	
3	Rabu 25/4-12	bab III	Siapkan rancangan teknis	
4			untuk pengujian / kinerja	
5	Rabu, 09/5-12	bab IV	Siapkan peninjauan objek	
6			ute pengamatan data uji	
7	Kamis, 24/5-12	bab IV	tabulasi data & penalaran	
8	Jumat 1/6-12		pembahasan	
9			tesis yg mendukung & magulikan	
10	Rabu, 4/6-12	Laporan	- Analisis data & pembahasan - Tata tulis	

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali. Bila lebih dari 6 kali, Kartu ini boleh dicopy
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PA/TAS



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa Hasnul Rokhandy
No. Mahasiswa 08509131009
Judul PA/TAS Modifikasi Rem Tromol Pada Honda GL PRO Menjadi Rem *Cakram*
 Dengan Aplikasi Teknologi CBS (*Combi Brake System*)
Dosen Pembimbing Beni Setya Nugraha, M.Pd

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Rabu, 18/7/2012	abstrak		
2		bab IV, V	Perbaiki sesuai saran	
3	Jumat, 10-8-12	bab IV, V	Perbaiki sesuai saran	
4			Lengkapi dan abstrak, esai.	
5	Selasa, 04/9/12		Setelah selesai	
6				
7				
8				
9				
10				

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali, Kartu ini boleh dicopy
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PA/TAS



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Certificate No : QSU00392

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

FRM/OTO/11-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Hasnul Rokhandy
No. Mahasiswa : 08509131009
Judul PA D3/S1 : Modifikasi Rem Tromol Honda GL PRO Menjadi Rem *Cakram*

Dengan Aplikasi Teknologi CBS (*Combi Brake System*)

Dosen Pembimbing : Beni Setya Nugraha, M.Pd

Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	Beni Setya Nugraha, M.Pd	Ketua Penguji		5/10 - 2012
2	Lilik Chairul Yuseono, M.Pd	Sekretaris Penguji		5/10 - 2012
3	Bambang Sulistyo, M.Eng	Penguji Utama		5/10 2012

Keterangan :

1. Arsip Jurusan
2. Kartu wajib dilampirkan dalam laporan Proyek Akhir D3/S1